

トフィルタによって不要な光を取り除かれ、特定の波長成分の光を透過または反射させるダイクロイックミラー等によって、赤色(以下、Rとも記す。)、緑色(以下、Gとも記す。)、青色(以下、Bとも記す。)の3原色の光に分離されるようになっている。分離された各光は、3原色に対応する名信号に応じて画像が形成された空間光変調部としての3枚の液晶パネルをそれぞれ通過後、合成光学系によって合成されてフルカラーの画像とされ、投射レンズによって前方の透過型または反射型のスクリーンに拡大投影されるようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のようにキセノンランプ、メタルハライドランプ、ハログンランプ等のランプを用いた投射型映像表示装置では、ランプの消費電力が大きく、光利用効率を向上させるために多くの光学部品を使用することにより発熱量が大きくなるという問題点があった。また、ランプは、明るさの経時変化が大きく、大きさも大きくなるという問題点があった。また、頻繁にランプの交換が必要になるという問題点があった。

【0005】更に、従来の投射型映像表示装置では、ランプの出射光に波長分布が存在するため、色分離した各色の波長分布がランプの出射光の波長分布に依存し、良好な色再現が難しいという問題点があった。

【0006】また、液晶プロジェクタ等の投射型映像表示装置では、表示輝度の向上と均一化が課題になっている。表示輝度の均一化には、映像表示ライトバルブに対する照明光の照度の一様化が必要となる。しかしながら、通常の液晶プロジェクタでは、例えば、メタルハライドランプの放射光を放物面反射鏡で平行化し、直接、液晶パネルを照射するので、表示画面上にはランプの発光むらに起因する色むらが生じ、また、表示画面の中央部分が周辺部分に比べてかなり明るくなってしまい、CRT(陰極線管)を直視する場合の映像に比べて表示品質が劣るという問題点があった。

【0007】表示輝度の向上には、光利用効率の向上とランプの改良が必要とされる。現在のレベルでは、光の利用効率は数%にすぎず、光のほとんどを無駄にしている。従って、これを改善すれば、表示輝度は向上し、消費電力も低下する。最近では、明るさを確保するため、高出力のランプ(キセノンランプ、メタルハライドランプ)を用いながら、平行光を取り出しそうい点光源の発光効率の高いランプの開発が行われている。しかしながら、ランプの発光効率を向上させると、電流が大きくなり、寿命が短くなるという相反関係が存在するという問題点がある。一方、光の利用効率に關しては、ランプの出射光に分光分布が存在するため、必要なR、G、Bの3原色に色分離する際に捨てられる光の量が多く存在するという問題点がある。

【0008】また、従来の投射型映像表示装置では、光の利用効率が低いことから、必要な明るさを得るために、大きなランプを用いなければならず、その結果、投射型映像表示装置が大型化するという問題点があった。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、光源の

投射光学系などを備えたことを特徴とする映像表示装置。
【請求項7】前記照度一様化光学素子は、1以上のロッド型光インテグレータであり、前記発光ダイオードは、その発光面が前記ロッド型光インテグレータの一端面に對向するよう、前記ロッド型光インテグレータの一端面に接合されていることを特徴とする映像表示装置。
【請求項8】前記照度一様化光学素子は、フライアイレンズであり、前記発光ダイオードは、その発光面が前記フライアイレンズの一端面に對向するように配置されていることを特徴とする請求項6記載の映像表示装置。

【請求項9】前記発光ダイオードは、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数個設けられ、且つそれぞれの発光強度が独立に制御されることを特徴とする請求項6記載の映像表示装置。

【請求項10】前記光源は、カラー画像を構成するために、互いに異なる波長領域の光を放出する複数の発光ダイオードを含むことを特徴とする請求項6記載の映像表示装置。

【請求項11】所定の周期で、互いに異なる波長領域の光が順次出射されるように、前記複数の発光ダイオードを駆動する駆動手段を備えたことを特徴とする請求項10記載の映像表示装置。

【請求項12】前記照度一様化光学素子は、1以上のロッド型光インテグレータであり、このロッド型光インテグレータの出射側の端面は、前記空間変調手段における画像形成領域に対応する形状に形成されていることを特徴とする請求項6記載の映像表示装置。

詳細な説明

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術】本発明は、均一な照明を行うための照明装置、および、この照明装置から光を、映像表示ライトバルブによって空間的に変調して、映像をスクリーン等に投射する映像表示装置である。この投射型映像表示装置の一つには、映像表示ライトバルブとして透過型の液晶パネルを用いた液晶プロジェクタがあり、小型解像度であることから実用化されている。

【0002】

【従来の技術】従来より、映像を鑑賞する目的に用いられる映像表示装置として、光源から出射された光を、映像表示ライトバルブによって空間的に変調して、映像をスクリーン等に投射する投射型映像表示装置がある。この投射型映像表示装置の一つには、映像表示ライトバルブとして透過型の液晶パネルを用いた液晶プロジェクタがあり、小型解像度であることから実用化されている。

【0003】従来の液晶プロジェクタでは、光源として放電型のキセノンランプ、メタルハライドランプまたは熱発光型のハログンランプ等の白色光源が用いられ、この光源から出射された白色光は、紫外線(UV)および赤外線(IR)をカットするUV-IRカッ

寿命が長く、光の利用効率を向上でき、消費電力の低減と装置の小型化を可能にすると共に、照度分布の一様な照明装置を提供することにある。

【0010】本発明の第2の目的は、光源の寿命が長く、光の利用効率を向上でき、消費電力の低減と装置の小型化を可能にし、良好な色再現を可能と共に、表示輝度の均一な映像表示装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の照明装置は、被照明部に照射される光を出射する1以上の発光ダイオードを用いた光源と、この光源より出射された光の被照明部における照度を一様化するための照度一様化光学素子などを備えたものである。

【0012】請求項6記載の映像表示装置は、照射される光を、表示する映像の情報に応じて空間的に変調して、画像を形成する空間変調手段と、この空間変調手段に照射される光を出射する1以上の発光ダイオードを用いた光源と、この光源より出射された光の空間変調手段における照度を一様化するための照度一様化光学素子と、空間変調手段によって変調された光を投射する投射光学系とを備えたものである。

【0013】請求項1記載の照明装置では、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光は、照度一様化光学素子によって、被照明部における照度が一様化されるようには被照明部に照射される。

【0014】請求項6記載の映像表示装置では、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光は、照度一様化光学素子によって、空間変調手段における照度が一様化されるようには空間変調手段に照射され、この空間変調手段によって、表示する映像の情報に応じて空間的に変調されて、投射光学系によって投射される。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、被照明部に照射される光を出射する光源としての1つの発光ダイオード11と、この発光ダイオード11より出射された光の被照明部における照度を一様化するための照度一様化光学素子としてのロッド型光インテグレータ（以下、カレイドスコープ（KALEIDOSCOPE）とと言う。）12とを備えている。カレイドスコープ12は、ある程度の長さを持つガラスロッドからなり、一端面（入射端面）より入射された光を一様化して他端面（出射端面）より出射するものである。このカレイドスコープ12は、四角柱状、六角柱状等、柱状であれば良いが、図1に示した例では、四角柱状としている。発光ダイオード11は、その発光面がカレイドスコープ12の入射端面に対向するようには、カレイドスコープ12の入射端面に接合されている。なお、図1に示した照明装置では、カレイドスコープ12の入射端面の形状と略同形、同大の発光ダイオード11を用いたが、図2に示したように、カレイドスコープ12の入射端面の形状と相似形で、入射端面の形状よりも小さい発光ダイオード11を用いても良い。

【0016】ここで、図5を参照して、カレイドスコープ12における照度一様化の原理について説明する。カレイドスコープ12では、入射端面12aにおいて光軸13に対して角度を持って入射した光が、カレイドスコープ12の側面で全反射を繰り返して出射端面12bより出射される。ここで、反射回数はカレイドスコープ12に対する入射角度によつて異なり、その結果、反射回数の異なる光が混じり合つて、出射端面12bでは一様な出射光となる（文献「光技術コンタクト」、Vol.33、No.2、1995年、第41～44ページ参照。）。

【0017】本実施の形態に係る照明装置は、被照明部において一様な照度を必要とする装置、例えば投射型の映像表示装置に使用することができる。ここで、本出願において、投射型の映像表示装置とは、液晶プロジェクタ等のように空間的に変調された光をスクリーンに投射する装置の他に、ヘッドマウントディスプレイ等のように空間的に変調された光を人間に目に対する装置や、更には、ステップ式投影電影装置等のように空間的に変調された光を半導体ウェハ上のレジストに投射する電影装置も含むものとする。

【0018】本実施の形態に係る照明装置を適用用の投射型映像表示装置に使用する場合には、発光ダイオード11としては、可視光を出射するものが用いられる。本実施の形態に係る照明装置を電光装置に使用する場合には、照明光は可視光である必要はない、紫外光等でも良く、この場合には、発光ダイオード11としては、紫外光等の必要な波長領域の光を出射するものが用いられる。

【0019】本実施の形態に係る照明装置をフルカラーの監視用の投射型映像表示装置に使用する場合には、照明光としてR、G、Bの3原色を用いるのが色再現性の面から見て最も有効である。そこで、以下の説明では、照明光としてR、G、Bの3原色を用いる場合について説明する。

【0020】発光ダイオード11は、赤色発光用としては、例えば、AlGaPAs系化合物半導体を用いたものを用い、緑色発光用および青色発光用としては、例えば、GaN系またはZnSe系化合物半導体を用いたものを用いる。

【0021】また、発光ダイオード11は、いわゆるペアチップの形で使用する。現在、市販されている発光面の大きさは、0.2～0.5mm角の大きさであるが、本実施の形態に係る照明装置を利用する場合には、化合物半導体の外部量子効率等、材料によって異なるが、本実施の形態における発光ダイオード11としては、数mm角程度の大きさのものが好ましく、本実施の形態では、そのような大きさのペアチップを作製して使用するものとする。

【0022】発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ12の断面の形状は、例えは四角形、六角形、円形等、任意であるが、本実施の形態に係る照明装置を適用用の投射型映像表示装置に利用する場合には、共に、被照明部となるライトバルブの映像表示領域の形状と相似形とするのが好ましい。このような形状とするのが好ましい。

ブの映像表示領域に照射される光束の断面形状を、映像表示領域に対応する形状とすることができ、その結果、発光ダイオード11から出射された光が有効に使用されることになり、光の利用効率が向上する。また、発光ダイオード11の発光面とカレイドスコープ12の断面を略同様の形状とすることにより、カレイドスコープ12からの出射光としては、最高の輝度と効率が得られる。従って、例えば、ライトバルブの映像表示領域の形状を現行のモニタと同様の輝度比3:4とする場合には、発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ12の断面の形状も輝度比3:4に形成し、ライトバルブの映像表示領域の形状をハイビジョンと同様の輝度比9:16とする場合には、発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ12の断面の形状も総輝度9:16に形成するのが好ましい。

【0023】カレイドスコープ12の材質は、光学ガラスである。カレイドスコープ12の長さは、光の全反射の回数を考慮した長さとなるが、数十mm～数百mm程度が好ましい。

【0024】次に、図3および図4を参照して、本実施の形態に係る照明装置における発光ダイオード11とカレイドスコープ12との接合方法の例について説明する。図3および図4は、発光ダイオード11とカレイドスコープ12との接合部分を示す断面図である。図3に示した例では、発光ダイオード11の発光面とは反対側の面側に、球面の一部をなすような形状の電極を兼ねた反射鏡15が設けられ、発光ダイオード11の発光面と反射鏡15にそれぞれード16、17が接続されている。この例では、例えば、数mm角の発光ダイオード11のペアチップを反射鏡15にマウントし、電極配線を行った後、発光ダイオード11および反射鏡15をカレイドスコープ12の入射端面に接合するように、発光ダイオード11が接続されている。この例では、現在一般に市販されている発光ダイオードのマウント技術を用いることができる。

【0025】図4に示した例では、発光ダイオード11の発光面とは反対側の面には、金属反射膜19が形成され、発光ダイオード11の発光面とその反対側の面にそれぞれード16、17が接続されている。この例では、例えば、所定の大きさに形成された発光ダイオード11のペアチップに金属反射膜19の形成および配線を施した後、発光面がカレイドスコープ12の入射端面に接するように配置し、エポキシ樹脂18等によって、直接、カレイドスコープ12の入射端面に接合している。

【0026】次に、本実施の形態に係る照明装置の作用について説明する。本実施の形態に係る照明装置では、発光ダイオード11より出射された光は、入射端面よりカレイドスコープ12内部に入射し、カレイドスコープ12の側面で全反射を繰り返し、出射端面より一様な出射光となって出射される。この出射光は、ライトバルブの映像表示領域等の被照明部に一様に照射される。

【0027】本実施の形態に係る照明装置によれば、光源として発光ダイオード11を用したので、光源の寿命が長くなる。従って、光源の交換の手間を減らすことができる。

【0028】また、本実施の形態に係る照明装置をフルカラーの監視用の投射型映像表示装置に使用する場合には、光源として白色光源を使用する場合のように色分離する際に捨てられる光がなくなり、光の利用効率を向上することができる。その結果、光源として白色光源を使用する場合に比べて、消費電力を少なくすることができます。映像表示装置の小型化が可能となる。

【0029】ところで、光源として発光ダイオード11を使用することにより、上述のような効果が得られるが、発光ダイオード11の発光面側には、一部に電極部が存在することから、発光面内で電流密度の大きさに差が生じ、その結果、発光ダイオード11の出射光に輝度むらが生じる可能性がある。その結果、そのままでは、被照明部における輝度分布にむらが生じ、照明装置を監視型の映像表示装置に使用した場合には、表示される映像において輝度むらや色むらを生じる可能性がある。しかしながら、本実施の形態に係る照明装置では、発光ダイオード11の出射光をカレイドスコープ12を通して照度の一様化を図っているので、被照明部における輝度分布を一様化することができ、上記不具合を解消することができる。

【0030】また、本実施の形態に係る照明装置をフルカラーの監視用の投射型映像表示装置に使用する場合には、各色毎の発光ダイオードの出射光の波長領域が異なることから、白色光源の出射光を色分離した場合のように各色の波長分布が元の白色光源の出射光の波長分布に依存するようなことがなく、各色毎の発光ダイオードの出射光の合成によって表現できる色の範囲が広くなり、その結果、良好な色再現が可能となる。

【0031】図5は、本発明の第2の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、光源として、1本のカレイドスコープ12の入射端面に対して、それぞれの発光面が平面的に配置されるよう複数個の発光ダイオード11を設けた例である。図5に示した例では、カレイドスコープ12の入射端面に対して、縦3列、横3列にして合計9個の発光ダイオード11を配置し、接合している。各発光ダイオード11の形状は、カレイドスコープ12の入射端面の形状と相似形である。9個の発光ダイオード11の集合体の全体の形状は、図1に示した照明装置における発光ダイオード11の形状と略同様である。

【0032】第1の実施の形態に係る照明装置では、光源として一つの発光ダイオード11を用いているので、照明装置として高い輝度が要求される場合には、非常に高輝度の発光ダイオード11を使用する必要があるが、本実施の形態に係る照明装置では、光源として複数の発光ダイオード11を用いているので、第1の実施の形態に比べて輝度の低い発光ダイオード11を使用して、同等の照明装置を実現することができる。また、本実施の形態に係る照明装置によれば、第1の実施の形態に比べて、より高輝度の照明装置を実現することも可能となる。更に、本実施の形態に係る照明装置によれば、多数の発光ダイオード11を用い、それらを選択的に発光させることによって任意の強度分布の照明光を発射することができる。

得ることが可能となる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0033】図7は、本発明の第3の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、1本のカレイドスコープ1/2の入射端面に1個の発光ダイオード1/1を接合したものである。図7に示した例では、入射端面に発光ダイオード1/1を接合したカレイドスコープ1/2を、横3列、横3列にして合計9本束ねている。各発光ダイオード1/1の形状は、各カレイドスコープ1/2の入射端面の形状と相似形である。複数のカレイドスコープ1/2は、例えば、エボキシ樹脂等によって貼り合わせることによって束ねられている。本実施の形態に係る照明装置の全体の形状は、図6に示した第2の実施の形態に係る照明装置と同様になる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0034】図8は、本発明の第4の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、1本のカレイドスコープ1/2の入射端面に対して横数個の発光ダイオード1/1を接合したもの、を、横数束ねて構成したものである。図8に示した例では、入射端面に対して、縦2列、横3列にして合計6個の発光ダイオード1/1を接合したカレイドスコープ1/2を、横3列、横3列にして合計9本束ねている。複数のカレイドスコープ1/2は、例えば、エボキシ樹脂等によって貼り合わせることによって束ねられている。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0035】ここで、第2ないし第4の実施の形態のよう複数の発光ダイオード1/1を平面的に配置して、各発光ダイオード1/1の発光強度を独立に制御することによる効果について、図9ないし図11を参照して説明する。図9および図10は、光源の発光状態と、光源から出射された光を所定の光学系を通して被照明部に照射した場合の照明状態との関係を調べた実験の結果を示したものである。

【0036】図9において、(a)は光源の発光面の形状を縦横比3:4の長方形とし、発光面内で均一に発光させた場合の発光状態を表し、(b)はその場合における照明状態を表している。また、(c)は光源の発光面の形状を縦横比3:4の長方形とし、発光強度に分布を持たせた場合の発光状態を表し、(d)はその場合における照明状態を表している。なお、(a)において、符号A/0は均一な輝度の領域を表している。また、(b)において、符号A/1は輝度が相対値1、3以上1.4未満の領域、A/2は輝度が相対値で1.2以上1.3未満の領域、A/3は輝度が相対値で1.1以上1.2未満の領域、A/4は輝度が相対値で1.0以上1.1未満の領域、A/5は輝度が相対値で0.9以上1.0未満の領域を表している。また、(b)、(d)において、符号B/1は照度が相対値0.9以上1.0以下の領域、B/2は照度が相対値0.8以上0.9未満の領域、B/3は照度が相対値で0.7以上0.8未満の領域、B/4は照度が相対値で0.3以上0.7未満の領域、B/5は照度が相対値で0.1以上0.3未満の領域を表している。図9(c)に示し

た例では、発光面内の右半分と左半分で発光強度の分布を異ならせている。すなわち、左半分では周辺に向けて緩やかに輝度を大きくし、右半分では周辺で急に輝度を大きくしている。

【0037】同様に、図10において、(a)は光源の発光面の形状を縦横比9:16の長方形とし、発光面内で均一に発光させた場合の発光状態を表し、(b)はその場合における照明状態を表している。また、(c)は光源の発光面の形状を縦横比9:16の長方形とい、発光面内で発光強度に分布を持たせた場合の発光状態を表し、(d)はその場合における照明状態を表している。これらの図において、符号A/0～A/5、B/1～B/5の意味は、図9の場合と同様である。図10(c)に示した例では、発光面内の右半分と左半分で発光強度の分布を異なせている。すなわち、左半分では周辺に向けて緩やかに輝度を大きくし、右半分では周辺部で急に輝度を大きくし、且つ左半分における輝度の最大値を左半分における輝度の最大値よりも大きくしている。

【0038】図9(a)、(b)および図10(a)、(b)から分かるように、光源において、発光面内で均一に発光させた場合には、被照明部では、中央部分に比べて周辺部分が暗くなる。そこで、図9(c)や図10(c)に示したように、光源の発光強度に分布を持たせることにより、図9(d)や図10(d)に示したように、被照明部における明るさのむらを少なくすることが可能となる。

【0039】光源の発光状態と被照明部における照明状態との関係は、光源と被照明部との間の光学系等によって異なるため、光源の発光状態は、第2ないし第4の実施の形態に係る照明装置が使用される個々の装置に応じて適宜に設定するのが好ましい。ここで、図11を参照して、第2ないし第4の実施の形態に係る照明装置を、遮光用の反射型映像表示装置に使用する場合について説明する。なお、図11において、(a)、(b)、(c)は光源の発光状態を表し、(d)は、それぞれ、発光状態が(a)、(c)のときの映像表示ライトバルブにおける上下方向の中心部分における水平方向の1ラインにおける照度分布の例を表している。図11に示した例では、(a)に示したように、発光ダイオード1/1を縦6列、横10列にして合計60個配列して光源を構成し、各発光ダイオード1/1を均一に発光させた場合、映像表示ライトバルブ上での照度分布は、(b)に示したように、中央部分で照度が大きく周辺に向けて照度が徐々に小さくなるものとする。このような場合には、(c)に示したように、中央部分から周辺に向けて徐々に発光ダイオード1/1の発光強度を大きくすることで、理想的には、(d)に示したように、平坦な照度分布することが可能となる。

【0040】図12は、本発明の第5の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、1本のカレイドスコープ1/2の入射端面に対して、赤色発光ダイオード1/1R、緑色発光ダイオード1/1G、青色発光ダイオード1/1Bを、それぞれ複数個ずつ配列して接合したものである。各発光ダイオード1/1R、1/1G、1/1Bの配列の方法としては、図13に示したようなモザイク配列や、図14に示したよう

な△印列等がある。

【0041】本実施の形態に係る照明装置では、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bを同時に点灯させることにより照度が一様化された白色照明光を得ることができる。また、本実施の形態に係る照明装置では、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bを順次点灯させることにより、それぞれ照度が一様化されて順次出力されるR, G, Bの3原色の照明光を得ることができる。そして、このR, G, Bの3原色の照明光を用いて、後述するような時分割色表示方式によるカラー画像の表示が可能となる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0042】図1-5は、本発明の第6の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。この映像表示装置は、立方体形状の合成プリズム20と、この合成プリズム20の一つの面20Gに對向するように配設された専用映像表示ライトバルブ21Gと、合成プリズム20における面20Gと直交する他の面20Rに對向するように配設された専用映像表示ライトバルブ21Rと、合成プリズム20における面20Rと平行な他の面20Bに對向するように配設された専用映像表示ライトバルブ21Bとを備えている。各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bは、本発明における空間調整手段に対応する。

【0043】映像表示装置は、更に、各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bの側方に配設され、各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bにそれぞれ赤色照明光、緑色照明光、青色照明光を照射するための赤色照明装置22R、緑色照明装置22G、青色照明装置22Bを備えている。赤色照明装置22Rは、カレイドスコープ12Rの入射端面に赤色発光ダイオード11Rを接合したものであり、同様に、緑色照明装置22Gは、カレイドスコープ12Gの入射端面に緑色発光ダイオード11Gを接合したものであり、青色照明装置22Bは、カレイドスコープ12Bの入射端面に青色発光ダイオード11Bを接合したものである。なお、各照明装置22R, 22G, 22Bは、第1ないし第4の実施の形態のうちのいずれの形態のものでも良い。

【0044】赤色照明装置22Rと専用映像表示ライトバルブ21Rの間にには、赤色照明装置22R側より順に、赤用リーレンズ23Rおよび専用映像表示ライトバルブ21Rが配設されている。同様に、緑色照明装置22Gと専用映像表示ライトバルブ21Gの間にには、緑色照明装置22G側より順に、緑用リーレンズ23Gおよび専用映像表示ライトバルブ21Gが配設されている。また、青色照明装置22Bより順に、青用リーレンズ23Bおよび青用フィールドレンズ24Gが配設されている。専用映像表示装置は、更に、合成プリズム20における面20Gと平行な面20Aに對向するように配設され、各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bによって形成され、合成プリズム20に合成された画像の光を、透鏡型（反射型映像表示装置の場合）または反射型（前面投射型映像表示装置の場合）のスクリーン26に投射するための投射レンズ25を備えている。映像表示装置における上記各構成要素は、適当なホルダによつて保持されて、図示しない筐体内に設置されている。

【0045】合成プリズム20は、面20Rより入射した赤色光のみを面20A側に反射する反射面20Rと、面20Bより入射した青色光のみを面20A側に反射する反射面20Bとを有するダイクロイックプリズムで構成されている。

【0046】映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bは、それぞれ光の透過率を制御可能な多数の圖案を有している。映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bとしては、例えば、液晶としてTN (Twisted Nematic; ツイストネマティック) 型の液晶を用い、スイッチ素子としてTFT (Thin Film Transistor; 薄膜トランジスタ) を用いた透型液晶ライトバルブを使用する。

【0047】リーレンズ23R, 23G, 23Bは、それぞれ、各カレイドスコープ12R, 12G, 12Bの出射端面の2次元的な像、すなわち2次光源の像を、各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21B上に結像するためのレンズであり、フィールドレンズ24R, 24G, 24Bは、それぞれ、リレーレンズ23R, 23G, 23Bの後側焦点面の像を投射レンズ25の入射瞳の位置に結像させるためのレンズである。また、投射レンズ25としては、例えばテレセントリック系に近いものが用いられる。

【0048】発光ダイオード11R, 11G, 11Bの発光面およびカレイドスコープ12R, 12G, 12Bの断面の形状は、映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bの映像表示領域の形状と相似形とするのが好ましい。

【0049】図1-6は、本実施の形態に係る映像表示装置の回路構成を示すブロック図である。この図に示したように、本実施の形態に係る映像表示装置は、映像信号VSを入力し、それぞれ赤色画像、緑色画像、青色画像に対応する赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を生成する映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を一時的に記録するための赤用映像メモリ3-1および緑用映像メモリ3-2と、映像信号処理回路3-1および青用映像信号処理回路3-1および赤用映像メモリ3-2Rに接続され、赤用映像表示ライトバルブ21Rを駆動する赤用ライトバルブ駆動回路3-3Rと、映像信号処理回路3-1および青用映像メモリ3-2Qに接続され、青用映像表示ライトバルブ21Gを駆動する青用ライトバルブ駆動回路3-3Gと接続され、緑用映像表示ライトバルブ21Gを駆動する緑用ライトバルブ駆動回路3-3Qと、映像信号処理回路3-1および青用映像メモリ3-2Bと、映像信号処理回路3-1および青用映像メモリ3-2と接続され、青用映像表示ライトバルブ21Bを駆動する青用ライトバルブ駆動回路3-3Bとを備えている。

【0050】映像表示装置は、更に、それぞれ赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11B（図では発光ダイオードをLEDと記す。）を駆動する赤色発光ダイオード駆動回路3-4R、緑色発光ダイオード駆動回路3-4G、青色発光ダイオード駆動回路3-4Bと、映像信号処理回路3-1および各発光ダイオード駆動回路3-4R, 3-4G, 3-4Bを制御するコントローラ3-5とを備えている。コントローラ3-5は、例えばマイクロコンピュータによって構成される。

【0051】各発光ダイオード駆動回路3-4R, 3-4G, 3-4Bには、可変抵抗によつて各発光ダイオード11R, 11G, 11Bの駆動電流を変える等により、各発光ダイオードを適当なホルダによつて保持されて、図示しない筐体内に設置されている。

ド11R, 11G, 11Bより出射される光の輝度を独立に調節可能とする手段が設けられている。

〔0052〕次に、本実施の形態に係る映像表示装置の作用について説明する。図2に示したように、映像信号V/Sは、映像信号処理回路3 1に入力され、この映像信号処理回路3 1によって、赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号が生成され、それぞれ、赤用映像メモリ3 2R、緑用映像メモリ3 2G、青用映像メモリ3 2Bに一旦記録される。各ライトバルブ駆動回路3 3R, 3 3G, 3 3Bは、それぞれ、一定の周期で、各映像メモリ3 2R, 3 2G, 3 2Bより各色用の映像信号を読み出し、この映像信号に基づいて、各映像表示ライトバルブ2 1R, 2 1G, 2 1Bを駆動する。

〔0053〕一方、各発光ダイオード電動回路3 4R, 3 4G, 3 4Bは、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bが常時点灯するように、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bを駆動する。

〔0054〕図1-5に示したように、赤色発光ダイオード11Rより出射されたカレイドスコープ1 2Rによって一様化された赤色の照明白光は、リレーレンズ2 3R、フィールドレンズ2 4Rを経て、赤用映像表示ライトバルブ2 1Rに照射され、赤用映像表示ライトバルブ2 1Rによって空間的に強度変調されて合成プリズム2 0に入射する。同様に、緑色発光ダイオード11Gより出射されたカレイドスコープ1 2Gによって一様化された緑色の照明白光は、リレーレンズ2 3G、フィールドレンズ2 4Gを経て、緑用映像表示ライトバルブ2 1Gによって空間的に強度変調されて合成プリズム2 0に入射する。また、青色発光ダイオード11Bより出射されたカレイドスコープ1 2Bによって一様化された青色の照明白光は、リレーレンズ2 3B、フィールドレンズ2 4Bを経て、青用映像表示ライトバルブ2 1Bに照射され、青用映像表示ライトバルブ2 1Bによって空間的に強度変調されて合成プリズム2 0に入射する。

〔0055〕各映像表示ライトバルブ2 1R, 2 1G, 2 1Bによって整調された各色の光は、合成プリズム2 0によって合成されて、面20Aより出射され、投射レンズ2 5によつてスクリーン2 6に拡大投影され、スクリーン2 6上にカラー映像が表示される。

〔0056〕図1-7は、カレイドスコープ1 2 (12R, 12G, 12Bを代表する。)、リレーレンズ2 3 (23R, 23G, 23Bを代表する。)およびフィールドレンズ2 4 (24R, 24G, 24Bを代表する。)を含むカレイドスコープ照明系における光の状態を表す説明図である。この図に示したように、カレイドスコープ1 2の出射端面の像は、フィールドレンズ2 3によって、極照明部である映像表示ライトバルブ2 1 (21R, 21G, 21Bを代表する。)に投射される。なお、フィールドレンズ2 4は、リレーレンズ2 3の後側焦点面の像を投射レンズ2 5の入射側の位置2 8に結像させる。

〔0057〕以上説明したように、本実施の形態に係る映像表示装置では、光源として発光ダイオードを使用したので、光源の寿命が長くなり、光源の交換の手間を減らすことが

できる。また、各色毎の発光ダイオード11R, 11G, 11Bの出射光の波長領域は独立のもので、白色光源の出射光を色分離した場合のように各色の波長分布が元の白色光源の出射光の波長分布に依存するようなく、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bの出射光の合成によって表現できる色の範囲が広くなり、その結果、良好な色再現が可能となる。

〔0058〕また、発光ダイオードは、白色光源に比べて消費電力が少なく、且つ小型である。更に、光源として発光ダイオードを使用することにより、光源として白色光源を使用する場合のように色分離する際に劣られる光がなくなり、光の利用効率を向上することができる。その結果、光源として白色光源を使用する場合に比べて、消費電力を少なくすることができる共に、映像表示装置の小型化が可能となる。

〔0059〕また、本実施の形態に係る映像表示装置によれば、発光ダイオード11の出射光をカレイドスコープ1 2を通過して照度の一様化を図っているので、輝度せらや色せらの発生を防止して、映像表示ライトバルブ2 1の表示輝度を均一化することができ、表示品質を向上させることができる。

〔0060〕また、本実施の形態に係る映像表示装置において、発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ1 2の断面の形状を、映像表示ライトバルブ2 1の映像表示領域の形状と相似形とすることにより、画像形成領域に照射される光束の断面形状を、画像形成領域の形状に対応する形状とすることができる、光束の断面が円形となる白色光源を使用する場合に比べて、光の利用効率が向上し、その結果、より一層、消費電力の低減と装置の小型化が可能になる。

〔0061〕また、本実施の形態に係る映像表示装置によれば、各色毎の発光ダイオード11R, 11G, 11Bより出射される光の輝度を独立に調節することができるので、従来と比較して、色の調節範囲が広くなる。また、色毎の発光ダイオード駆動回路3 4R, 3 4G, 3 4Bにおいて、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bより出射される光の輝度を独立に調節して、白色画面の色温度を所定の値に合わせておくことが可能となる。また、監視者が、任意に、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bより出射される光の輝度を調節して、監視者の嗜好に合った色調を表示することも可能となる。また、本実施の形態に係る映像表示装置では、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bより出射される光の輝度を独立に調節可能なことから、各色毎の発光ダイオード11R, 11G, 11Bの発光面積を同一にしながら各色毎の輝度の調節が可能となり、その結果、映像表示装置の光学系を簡単にすることができる。

〔0062〕次に、図1-8ないし図2-2を参照して、本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置について説明する。図1-8は、本実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、時分割表示装置によってカラーパー

像を表示するようにした例である。本実施の形態に係る映像表示装置は、第6の実施の形態と同様に、各色毎の映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bを設げずに、代わりに、合成アリズム20と投射レンズ25との間に、映像表示ライトバルブ41を設けている。

【0063】図1.9は、本実施の形態に係る映像表示装置の回路構成を示すブロック図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、映像信号VSを入力し、それぞれ赤色画像、緑色画像、青色画像に対応する赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を生成し、これらを順次切り換えて出力する映像信号処理回路42と、この映像信号処理回路42によつて生成された赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を一時的に記録するための画像メモリ43と、映像信号処理回路42および画像メモリ43に接続され、映像表示ライトバルブ41を駆動するライトバルブ駆動回路44とを備えている。

【0064】映像表示装置は、更に、それぞれ赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11B(図では発光ダイオードをLEDと記す。)を駆動する赤色発光ダイオード駆動回路34R、緑色発光ダイオード駆動回路34G、青色発光ダイオード駆動回路34Bと、映像信号処理回路42、ライトバルブ駆動回路44および各発光ダイオード駆動回路34R, 34G, 34Bを制御するコントローラ35とを備えている。

【0065】次に、図2.0のタイミングチャートを参照して、本実施の形態に係る映像表示装置の動作について説明する。コントローラ35は、映像信号VSを入力し、この映像信号に同期し、1フレームまたは1フィールドの期間を3等分するためのタイミング信号を生成し、映像信号処理回路42とライトバルブ駆動回路44に送る。映像信号処理回路44は、このタイミング信号に応じて、赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を生成し、これを順次切り換えて出力する。この映像信号は、画像メモリ43に一旦記録される。ライトバルブ駆動回路44は、コントローラ35からのタイミング信号に応じて、画像メモリ43より各色用の映像信号を順次読み出し、この映像信号に基づいて、映像表示ライトバルブ41を駆動する。その結果、映像表示ライトバルブ41では、図2.0(d)に示したように、1フレームまたは1フィールドの期間中で、赤(R)、緑(G)、青(B)用の各階調画像が、順次切り換えられて表示される。

【0066】一方、コントローラ35は、映像表示ライトバルブ41において赤、緑、青用の各階調画像が表示されるタイミングに同期して、発光ダイオード11R, 11G, 11B(図2.0では、それぞれ、LED R, LED G, LED Bと記す。)が点灯し、各色の光が順次切り替えられて映像表示ライトバルブ41に照射される。

【0067】このような動作により、赤、緑、青の各画像が順次切り替えられて、クリーン26に投射されるが、人間の目の残像効果により、鑑賞者はカラー画像として認識される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は第6の実施の形態と同様である。

【0068】次に、図2.1および図2.2を参照して、本実施の第8の実施の形態に係る映像表示装置について説明する。本実施の形態に係る映像表示装置は、第7の実施の形態と同様に時分割色表示方式を用いると共に、ディジタル階調表示方式を用いてカラー画像を表示するようにした例である。

【0069】始めに、図2.1を参照して、ディジタル階調表示方式の原理について説明する。ディジタル階調表示方式の原理は、図2.1(a)に示したようないい表示したい画像を、図2.1(b)～(e)に示したような重み付けした複数のビット画像(2値画像)の和として表現することである。なお、図2.1(a)の上段は表示したい階調画像の例を表し、図2.1(b)～(e)の上段は、8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を表している。図2.1(a)～(e)の下段は、上段の画像における各画素の輝度を16進数で表したものである。このディジタル階調表示方式では、光源と2値表示用の映像表示ライトバルブの制御によって、1フレームの時間の中で、重み付けしたビット画像群を表示し、人間の目の残像効果を利用して、鑑賞者に階調を感じさせる。

【0070】ディジタル階調表示におけるビット画像の重み付けには、主に2つの方法がある。一つは、照明光の明るさを一定とし、各ビット画像の表示時間の長さによって重み付けをするハルス幅変調階調表示であり、他の一つは、各ビット画像の表示時間の長さを一定とし、照明光の明るさによって重み付けをする光強度変調階調表示である。また、2つの方法を併用することも可能である。

【0071】本実施の形態に係る映像表示装置の構成は、図2.1に示したものと略同様であるが、発光ダイオード11R, 11G, 11Bは、2値表示が可能なものであれば良い。【0072】次に、図2.2のタイミングチャートを参照して、本実施の形態に係る映像表示装置の動作について説明する。図2.2(a)～(c)は、それぞれ、発光ダイオードの発光タイミングと発光量を表している。図2.2(d)は、映像表示ライトバルブ41の表示状態を表している。ここでは、ハルス幅変調階調表示と光強度変調階調表示と併用してディジタル階調表示を行う例について説明する。また、以下の説明では、赤色階調画像を表現するために8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を、それそれ画像R, G, R4, R2, R1とし、緑色階調画像を表現するために8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を、それそれ画像G8, G2, G1とし、青色階調画像を表現するために8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を、それそれ画像B8, B4, B2, B1とする。

【0073】コントローラ35は、映像信号VSを入力し、この映像信号VSに同期した所定のタイミング信号を生成し、映像信号処理回路42とライトバルブ駆動回路44に送る。映像信号処理回路42は、このタイミング信号に応じて、各フレーム毎に、ビット画像R8, G8, B8, R6, R4, R2, R1, G4, G2, G1, B4, B2, B1の画像信号

号を生成し、これらを順次切り換えて出力する。この画像信号は、画像メモリ43に一旦記録される。ライトバルブ駆動回路44は、コントローラ35からのタイミング信号に応じて、画像表示ライトバルブ44より各ビット画像の画像信号を順次読み出し、この画像信号に基づいて、映像表示ライトバルブ44を駆動する。本実施の形態では、反射型の形態では、投射レンズ25は、映像表示ライトバルブ61からの光が偏光ビームスプリッタ60の反射面60aで反射して進行する方向に配設されている。

【0078】映像表示ライトバルブ61としては、例えば、液晶の複屈折を利用した反射型液晶ライトバルブを使用する。反射型液晶ライトバルブとしては、例えば、ガラス基板上に作製されたポリシリコン TFT やアモルファス TFT、または格子シリコン上に作製された CMOS (相撲形金属酸化膜半導体) や SRAM (スタティック・ランダム・アクセス・メモリ) 等の回路を組み込んだ基板を用いた反射型液晶パネルを使用することができる。複屈折を有する液晶としては、ネマティック液晶や強誘電性液晶等を使用することができます。

【0079】本実施の形態に係る映像表示装置では、第7または第8の実施の形態と同様に、分割色表示方式に従って、発光ダイオード11R, 11G, 11Bおよび映像表示ライトバルブ61を駆動する。各発光ダイオード11R, 11G, 11Bより出射された光は、リーレンズ23R, 23G, 23B、ダイクロイックミラー部50およびフィルドレンズ51を経て、偏光ビームスプリッタ60に入射する。偏光ビームスプリッタ60では、入射した光のうちのP偏光成分のみが反射面60aを通過して、映像表示ライトバルブ61に入射する。反射型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライトバルブ61は、入射した光を、複屈折を利用して、表示する画像に応じて画面毎に偏光状態を変えることによって空間に変調して、偏光ビームスプリッタ60側に反射する。偏光ビームスプリッタ60では、映像表示ライトバルブ61からの光のうちのS偏光成分のみが反射面60aで反射され、反射型または反射型のスクリーン26に入射し、透過型または反射型のスクリーン26に拡大投影される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第7または第8の実施の形態と同様である。

【0080】図2.4は、本発明の第10の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、各色毎に、反射型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライトバルブを設けた例である。この映像表示装置は、直線上に配設された赤色照明装置22R、赤用フィールドレンズ23R、赤用フィールドレンズ24R、赤用偏光ビームスプリッタ71および赤用映像表示ライトバルブ61Rを備えている。これらは、赤用映像表示ライトバルブ61Rで反射された光のうち赤用偏光ビームスプリッタ71の反射面71aで反射されるS偏光成分が、合成ブリム20の面20Rに入射するよう配設されている。映像表示装置は、更に、直線上に配設された緑色照明装置22G、緑用フィールドレンズ23G、緑用偏光ビームスプリッタ72および緑用映像表示ライトバルブ61Gを備えている。これらは、緑用映像表示ライトバルブ61Gで反射された光のうち緑色の光が反射面72aで反射さ

れるS偏光成分が、合成プリズム20の面20Gに入射するように配置されている。映像表示装置は、更に、直線上に配設された赤色照明装置22B、青色リーレンズ23B、青用フィールドレンズ24B、青用偏光ビームスプリッタ73および青用映像表示ライトバルブ61Bを備えている。これらは、青用映像表示ライトバルブ61Bで反射された光のうち青用偏光ビームスプリッタ73の反射面73aで反射されるS偏光成分が、合成プリズム20の面20Gに入射するように配置されている。

【0081】なお、各偏光ビームスプリッタ71、72、73と映像表示ライトバルブ61R、61G、61Bによる説明の原理は、第9の実施の形態において説明した通りである。各色毎に変調された光は、第1の実施の形態と同様にして、合成プリズム20によつて合成され、投射レンズ25によつてスクリーン26に投射される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第6の実施の形態と同様である。

【0082】図2.5は、本発明の第1の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、直線上に配設された照明装置75、リーレンズ76、フィールドレンズ77、偏光ビームスプリッタ60および映像表示ライトバルブ61を備えている。偏光ビームスプリッタ60は、P偏光を透過し、S偏光を反射する反射面60aを有している。本実施の形態では、反射レンズ25は、映像表示ライトバルブ61からの光が偏光ビームスプリッタ60の反射面60aで反射して進行する方向に配設されている。

【0083】本実施の形態における照明装置75は、図1.2ないし図1.4に示したように、カレイドスコープ12の入射端面に対して、赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11Bを、それら複数個ずつ配列して接合したものである。

【0084】本実施の形態に係る映像表示装置では、照明装置75における各発光ダイオード11R、11G、11Bを順次点灯させることにより、それら照度が一様化され順次出力されるR、G、Bの3原色の照明光を得ることができる。この3原色の照明光は、映像表示ライトバルブ82によって、順次、空間的に変調される。変調された光は、ハーフミラー83で一部が反射されて凹面鏡84に入射し、ここで一部が反射されてハーフミラー83に入射し、更に、一部が反射されてハーフミラー83を通過して、観察者の目85に投射される。これにより、観察者は、映像表示ライトバルブ82によって生成され、且つ拡大された映像86を、前方の景色と共に観察することになる。

【0085】ヘッドマウントディスプレイの形態を有する映像表示装置では、小型で且つ均一な照明光を与えることのできる照明装置が必要である。本実施の形態に係る映像表示装置では、そのような照明装置として、発光ダイオード11R、11G、11Bおよびカレイドスコープ12を有する照明装置75を用いている。従つて、映像表示装置の小型化が可能となると共に、均一な照明光によって映像の品質を向上させることができ。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0086】図2.7は、本発明の第1.3の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態は、本発明を、半導体ウエハ上のフォトレジストに対してマスクパターン（本発明における映像に対応する。）を投影露光するための露光装置に適用した例である。本実施の形態に係る露光装置は、照明装置91と、この照明装置91の出射光を集光して、所定のパターンが形成されたマスク93（本発明における空間遮断手段に対する。）に照射するコンデンサレンズ92と、マスク93通過後の光を、半導体ウエハ95上のフォトレジストに投影する投影レンズ94とを備えている。照明装置91は、カレイドスコープ12の入射端面に発光ダイオード11を接合したものであり、第1ないし第4の実施の形態のうちのいずれの形態のものでも良い。なお、本実施の形態では、発光ダイオード11は、フォトレジストに対して屈度のある光（可視光や紫外光）を出射するものとする。

【0087】この露光装置では、照明装置91から出射された光は、コンデンサレンズ92を経て、マスク93に照射される。マスク93によって空間的に変調された光は、投影レンズ94によって、半導体ウエハ95上のフォトレジストに投影され、フォトレジストが露光される。なお、本実施の形態に係る露光装置は、等倍露光を行う露光装置でも良い。

【0088】図2.8は、本実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【0089】この露光装置では、照明装置91から出射された光は、コンデンサレンズ92を経て、マスク93に照射される。マスク93によって空間的に変調された光は、投影レンズ94によって、半導体ウエハ95上のフォトレジストに投影され、フォトレジストが露光される。なお、本実施の形態に係る露光装置は、等倍露光を行う露光装置でも良い。

【0090】本実施の形態に係る露光装置によれば、光源として、カレイドスコープ12の入射端面に発光ダイオード11を接合した照明装置91を使用したので、光源の寿命が

体内に設置されている。照明装置75は、第11の実施の形態と同様に、図1.2ないし図1.4に示したように、カレイドスコープ12の入射端面に対して、赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11Bを、それら複数個ずつ配列して接合したものである。

【0091】本実施の形態に係る映像表示装置では、照明装置75における各発光ダイオード11R、11G、11Bを順次点灯させることにより、それら照度が一様化され順次出力されるR、G、Bの3原色の照明光を得ることができる。この3原色の照明光は、映像表示ライトバルブ82によって、順次、空間的に変調される。変調された光は、ハーフミラー83で一部が反射されて凹面鏡84に入射し、ここで一部が反射されてハーフミラー83に入射し、更に、一部が反射されてハーフミラー83を通過して、観察者の目85に投射される。これにより、観察者は、映像表示ライトバルブ82によって生成され、且つ拡大された映像86を、前方の景色と共に観察することになる。

【0092】ヘッドマウントディスプレイの形態を有する映像表示装置では、小型で且つ均一な照明光を与えることのできる照明装置が必要である。本実施の形態に係る映像表示装置では、そのような照明装置として、発光ダイオード11R、11G、11Bおよびカレイドスコープ12を有する照明装置75を用いている。従つて、映像表示装置の小型化が可能となると共に、均一な照明光によって映像の品質を向上させることができ。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0093】図2.9は、本実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態は、本発明を、半導体ウエハ上のフォトレジストに対してマスクパターン（本発明における映像に對応する。）を投影露光するための露光装置に適用した例である。本実施の形態に係る露光装置は、照明装置91と、この照明装置91の出射光を集光して、所定のパターンが形成されたマスク93（本発明における空間遮断手段に対する。）に照射するコンデンサレンズ92と、マスク93通過後の光を、半導体ウエハ95上のフォトレジストに投影する投影レンズ94とを備えている。照明装置91は、カレイドスコープ12の入射端面に発光ダイオード11を接合したものであり、第1ないし第4の実施の形態のうちのいずれの形態のものでも良い。なお、本実施の形態では、発光ダイオード11は、フォトレジストに対して屈度のある光（可視光や紫外光）を出射するものとする。

【0094】この露光装置では、照明装置91から出射された光は、コンデンサレンズ92を経て、マスク93に照射される。マスク93によって空間的に変調された光は、投影レンズ94によって、半導体ウエハ95上のフォトレジストに投影され、フォトレジストが露光される。なお、本実施の形態に係る露光装置は、等倍露光を行う露光装置でも良い。

【0095】本実施の形態に係る露光装置によれば、光源として、カレイドスコープ12の入射端面に発光ダイオード11を接合した照明装置91を使用したので、光源の寿命が

長くなり、また、光の利用効率を向上でき、消費電力を少なくすることができると共に電光装置の小型化が可能となる。更に、マスク93に対して照度が一様化された照明光を照射することができ、発光の輝度を向上させることができる。

〔0091〕なお、本発明は上記各実施の形態に限定されず、例えば、第6ないし第12の実施の形態において、照度一様化光学系として、カレドスコープの代わりに、フライアイレンズを使用しても良い。フライアイレンズは、小さなレンズを並べたアレイ状のレンズである(前出の文献「光技術コンタクト」、Vol.33、No.2、1995年、第41～44ページ)参照。)。

〔0092〕図2.8は、フライアイレンズの入射端面に複数の発光ダイオードを配置した照明装置の一例を示す側面図、図2.9は、図2.8におけるフライアイレンズの断面図である。これらの図に示したように、フライアイレンズ100は、レンズ101を多段並べて構成されている。図2.8に示した例では、フライアイレンズ100の入射端面に、複数の発光ダイオード11を配置している。各発光ダイオード11の発光面とは反対側の面側には、それぞれ、球面の一部をなすような形態の反射鏡111が設けられている。また、各発光ダイオード11の発光面の前方には、それぞれ、レンズ112が設けられている。これら複数の発光ダイオード11およびレンズ112は、発光ダイオード11の発光面がフライアイレンズ100の入射端面に対向するように配置されている。図2.9に示したような照明装置は、第6ないし第1.3の実施の形態における照明装置と置き換えることが可能である。

〔0093〕また、空間変調手段としては、実施の形態で挙げたものに限らず、強誘電性液晶や高分子分散液晶を用いた液晶ライトバルブでも良いし、更には、圓錐単位で、機械的な動作によって光の反射、透過、回折等を制御して、光を空間的に変調するものでも良い。

〔0094〕また、第6ないし第1.2の実施の形態では、発光ダイオードとして、赤色光、緑色光、青色光を出射するものを用いたが、他の色の光を出射するものも良い。この場合、映像表示ライトバルブは、発光ダイオードの出射光の色に対応した色信号に基づいて駆動するようとする。

〔0095〕

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし5のいずれかに記載の照明装置によれば、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光を、照度一様化光学系子によって空間変調手段によって被照明部における照度が一様化されるようにして、被照明部に照射するようとしたので、光源の寿命が長くなり、消費電力の低減と装置の小型化が可能になり、更に、良好な色再現が可能になり、表示輝度を均一化することができるという効果を奏する。

〔0096〕また、請求項9記載の映像表示装置によれば、発光ダイオードを、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数個設け、それぞれの発光強度が独立に制御されようしたので、請求項6記載の映像表示装置の効果に加え、より均一な照明光を得て、表示輝度を均一化することができるという効果を奏する。

〔0099〕また、請求項11記載の映像表示装置によれば、光源が、カラー画像を構成するため、互いに異なる波長領域の光を出射する複数の発光ダイオードを含み、駆動手段によって、所定の周期で、互いに異なる波長領域の光が順次出射されるように、複数の発光ダイオードを駆動するようとしたので、請求項6記載の映像表示装置の効果に加え、時分割色表示方式によるカラー画像の表示が可能となる。

〔0100〕また、請求項12記載の映像表示装置によれば、照度一様化光学系子としてのロッド型光インテグレータの出射側の端面を、空間変調手段における映像形成領域に対応する形状に形成したので、請求項6記載の映像表示装置の効果に加え、光の利用効率を向上させることができるものとされる。

分野

技術

【発明の属する技術分野】本発明は、均一な照明を行うための照明装置、および、この照明装置からの光を空間的に変調してスクリーン等に投射することによって映像を表示する映像表示装置に関する。

〔0003〕従来の液晶プロジェクタでは、光源として放電型のキセノンランプ、メタルハイドランプまたは熱発光型のハロゲンランプ等の白色光源が用いられ、この光源から出射された白色光は、紫外線(UV)および赤外線(IR)をカットするUV-IRカッ

トフィルタによって不要な光を取り除かれ、特定の波長成分の光を透過または反射させるダイクロイックミラー等によって、赤色（以下、Rとも記す。）、緑色（以下、Gとも記す。）、青色（以下、Bとも記す。）の3原色の光に分離されている。分離された各光は、3原色に対応する各信号に応じて画像が形成された空間光変調部としての3枚の液晶パネルをそれぞれ通過後、合成光学系によって合成されてフルカラーの画像とされ、投射レンズによって前方の透型または反射型のスクリーンに拡大投影されるようになっている。

効果

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし5のいずれかに記載の照明装置によれば、1以上の差光ダイオードを用いた光源より出射される光を、照度一様化光学素子によって被照明部における照度が一様化されるようにして、被照明部に照射するようして、光源の寿命が長くなり、消費電力の低減と装置の小型化が可能になり、更に、照度分布を一様化することができるという効果を奏する。

【0096】また、請求項4記載の照明装置によれば、発光ダイオードを、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数個設け、それぞれの発光強度が独立に制御されるようにして、請求項1記載の照明装置の効果に加え、光源の発光強度に分布を持たせることにより、より均一な照明光を得ることが可能となるという効果を奏する。

【0097】請求項6ないし12のいずれかに記載の映像表示装置によれば、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光を、照度一様化光学素子によって空間変調手段によつて空間変調手段によって空間変調手段によつて空間変調手段によつて、表示する映像の情報を応じて空間的に変調し、投射光学系によって投射するようして、光源の寿命が長くなり、消費電力の低減と装置の小型化が可能になり、更に、良好な色再現が可能になり、表示輝度を均一化することができるという効果を奏する。

【0098】また、請求項9記載の映像表示装置によれば、発光ダイオードを、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数個設け、それぞれの発光強度が独立に制御されるようにして、請求項6記載の映像表示装置の効果に加え、より均一な照明光を得て、表示輝度をより均一化することが可能となるという効果を奏する。

【0099】また、請求項11記載の映像表示装置によれば、光源が、カラー画像を構成するために、互いに異なる波長領域の光を出射する複数の発光ダイオードを含み、駆動手段によって、所定の周期で、互いに異なる波長領域の光が順次出射されるように、複数の発光ダイオードを駆動するようにして、請求項8記載の映像表示装置の効果に加え、時分割色表示方式によるカラー一画像の表示が可能となる。

【0100】また、請求項12記載の映像表示装置によれば、照度一様化光学素子としてのロッド型光イソンテグレータの出射側の端面を、空間変調手段における画像形成領域に対

応する形状に形成したので、請求項6記載の映像表示装置の効果に加え、光の利用効率を向上させることができるものである。

課題

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のようにキセノンランプ、メタルハライドランプ、ハロゲンランプ等のランプを用いた投射型映像表示装置では、ランプの消費電力が大きく、光利用効率を向上させるために多くの光学部品を使用することにより装置の大きさも大きくなるという問題点があつた。また、ランプは、明るさの経時変化が大きく、寿命が比較的短いことから、頻繁にランプの交換が必要になるという問題点があつた。

【0005】更に、従来の投射型映像表示装置では、ランプの出射光に波長分布が存在するため、色分離した各色の波長分布がランプの出射光の波長分布に依存し、良好な色再現が難しいという問題点があつた。

【0006】また、液晶プロジェクタ等の投射型映像表示装置では、表示輝度の向上と均一化が課題になっている。表示輝度の均一化には、映像表示ライトバルブに対する照明光の照度の一様化が必要となる。しかしながら、通常の液晶プロジェクタでは、例えば、メタルハライドランプの放射光を放物面反射鏡で平行化し、直接、液晶パネルを照射するので、表示画面にはランプの発光むらに起因する色むらが生じ、また、表示画面の中央部分が周辺部分に比べてかなり明るくなってしまい、CRT（陰極線管）を直視する場合の映像に比べて表示品質が劣るという問題点があつた。

【0007】表示輝度の向上には、光利用効率の向上とランプの故障が必要とされる。現在のレベルでは、光の利用効率は數%にすぎず、光のほとんどを無駄にしている。従つて、これを改善すれば、表示輝度は向上し、消費電力も低下する。最近では、明るさを確保するため、高出力のランプ（キセノンランプ、メタルハライドランプ）を用いながら、平行光を取り出しがやすい点光源の発光効率の高いランプの開発が行われている。しかしながら、ランプの発光効率を向上させると、電流が大きくなり、寿命が短くなるという相反関係が存在するという問題点がある。一方、光の利用効率に関しては、ランプの出射光に分光分布が存在するため、必要なR、G、Bの3原色に色分離する際に漏られる光の量が多く存在するという問題点がある。

【0008】また、従来の投射型映像表示装置では、光の利用効率が低いことから、必要な明るさを得るために、大きなランプを用いなければならず、その結果、投射型映像表示装置が大型化するという問題点があつた。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、光源の寿命が長く、光の利用効率を向上でき、消費電力の低減と装置の小型化を可能にすると共に、照度分布の一様な照明装置を提供することにある。

【0010】本発明の第2の目的は、光源の寿命が長く、光の利用効率を向上でき、消費

電力の低減と装置の小型化を可能にし、良好な色再現を可能とすると共に、表示輝度の均一な映像表示装置を提供することにある。

手段

【課題を解決するための手段】請求項1記載の照明装置は、被照明部に照射される光を出射する1以上の発光ダイオードを用いた光源と、この光源より出射された光の被照明部における照度を一様化するための照度一様化光学系とを備えたものである。

【0012】請求項6記載の映像表示装置は、照射される光を、表示する映像情報を応じて空間的に変調して、図像を形成する空間変調手段と、この空間変調手段に照射された光を出射する1以上の発光ダイオードを用いた光源と、この光源より出射された光の空間変調手段における照度を一様化するための照度一様化光学系と、空間変調手段によって変調された光を投射する投射光学系とを備えたものである。

【0013】請求項1記載の照明装置では、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光は、照度一様化光学系によって、被照明部における照度が一様化されるように空間変調手段に照射され、この空間変調手段によって、表示する映像の情報を応じて空間的に変調されて、投射光学系によって投射される。

【0014】請求項6記載の映像表示装置では、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光は、照度一様化光学系によって、被照明部における照度が一様化されるように空間変調手段に照射され、この空間変調手段によって、表示する映像の情報を応じて空間的に変調されて、投射光学系によって投射される。

【0015】【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、被照明部に照射される光を出射する光源としての1つの発光ダイオード11と、この発光ダイオード11より出射された光の被照明部における照度を一様化するための照度一様化光学系としてのロッド型光インテグレータ（以下、カレイドスコープ（KALEIDOSCOPE）と置く）12とを備えている。カレイドスコープ12は、ある程度の長さとなり、一端面（入射端面）より入射された光を一様化して他端面（出射端面）より出射するものである。このカレイドスコープ12は、四角柱状、六角柱状等、柱状であれば良いが、図1に示した例では、四角柱状としている。発光ダイオード11は、その発光面がカレイドスコープ12の入射端面に對向するよう、カレイドスコープ12の入射端面に接合されている。なお、図1に示した照明装置では、カレイドスコープ12の入射端面の形状と略同形、同大の発光ダイオード11を用いたが、図2に示したように、カレイドスコープ12の入射端面の形状と相似形で、入射端面の形状よりも小さい発光ダイオード11を用いても良い。

【0016】ここで、図5を参照して、カレイドスコープ12における照度一様化の原理

について説明する。カレイドスコープ12では、入射端面12aにおいて光軸13に対して角度を持って入射した光が、カレイドスコープ12の側面で全反射を繰り返して出射端面12bより出射される。ここで、反射回数はカレイドスコープ12に対する入射角度によって異なり、その結果、反射回数の異なる光が混じり合って、出射端面12bでは一様な出射光となる（文献「光技術コンクト」、Vol.33、No.2、1995年、第41~44ページ参照）。

【0017】本実施の形態に係る照明装置は、被照明部において一様な照度を必要とする装置、例えば投射型の映像表示装置に使用することができる。ここで、本出願において、投射型の映像表示装置とは、液晶プロジェクタ等のように空間的に変調された光をスクリーンに投射する装置の他に、ヘッドマウントディスプレイ等のように空間的に変調された光を人間に直接する虚像表示型の映像表示装置や、更には、ステッキ式投影電影装置等のように空間的に変調された光を半導体ウエハ上のレジストに投射する露光装置も含むものとする。

【0018】本実施の形態に係る照明装置を監賞用の投射型映像表示装置に使用する場合には、発光ダイオード11としては、可視光を出射するものが用いられる。本実施の形態に係る照明装置を露光装置に使用する場合には、照明光は可視光である必要はなく、紫外光等でも良く、この場合には、発光ダイオード11としては、紫外光等の必要な波長領域の光を出射するものが用いられる。

【0019】本実施の形態に係る照明装置をフルカラーの監賞用の投射型映像表示装置に使用する場合には、照明光としてR、G、Bの3原色を用いるのが色再現性の面から見て最も有効である。そこで、以下の説明では、照明光としてR、G、Bの3原色を用いる場合について説明する。

【0020】発光ダイオード11は、赤色発光としては、例えば、A1GaPAs系化合物半導体を用いたものを使用し、緑色発光および青色発光としては、例えば、GaN系またはZnSe系化合物半導体を用いたものを使用する。

【0021】また、発光ダイオード11は、いわゆるペアチップの形で使用する。現在、市販されている発光ダイオードの発光面の大きさは、0.2~0.5mm角の大きさであるが、本実施の形態に係る照明装置を監賞用の投射型映像表示装置に利用する場合には、化合物半導体の外部量子効率等、材料によって異なるが、本実施の形態における発光ダイオード11としては、数mm角程度の大きさのものが好ましく、本実施の形態では、そのような大きさのペアチップを作製して使用するものとする。

【0022】発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ12の断面の形状は、例えば四角形、円形等、任意であるが、本実施の形態に係る照明装置を監賞用の投射型映像表示装置に利用する場合には、共に、被照明部となるライトループの映像表示領域の形状と相似形とするのが好ましい。このような形状とすることにより、ライトループの映像表示領域に照射される光束の断面形状を、映像表示領域に応する形状とするこ

とができ、その結果、発光ダイオード 1 1 から出射された光が有效地に使用されることになり、光の利用効率が向上する。また、発光ダイオード 1 1 の発光面とカレイドスコープ 1 2 の断面を略同様の形状とすることにより、カレイドスコープ 1 2 の出射光としては、最高の輝度と効率が得られる。従って、例えば、ライトバルブの映像表示領域の形状を現行のモニタと同様の形状とすることにより、カレイドスコープ 1 2 の出射光としては、カレイドスコープ 1 2 の断面の形状も縦横比 3 : 4 に形成し、発光ダイオード 1 1 の発光面およびカレイドスコープ 1 2 の断面の形状も縦横比 3 : 4 に形成し、ライトバルブの映像表示領域の形状をハイビジョンと同様の縦横比 9 : 16 とする場合には、発光ダイオード 1 1 の発光面およびカレイドスコープ 1 2 の断面の形状も縦横比 9 : 16 に形成するのが好ましい。

【0023】カレイドスコープ 1 2 の材質は、光学ガラスである。カレイドスコープ 1 2 の長さは、光の全反射の回数を考慮した長さとなるが、数十mm～数百mm程度が好ましい。

【0024】次に、図3および図4を参照して、本実施の形態に係る照明装置における発光ダイオード 1 1 とカレイドスコープ 1 2との接合方法の例について説明する。図3および図4は、発光ダイオード 1 1 とカレイドスコープ 1 2との接合部分を示す断面図である。図3に示した例では、発光ダイオード 1 1 の発光面とは反対側の面側に、球面の一筋をなすような形状の電極を兼ねた反射鏡 1 5 が設けられ、発光ダイオード 1 1 の発光面と反射鏡 1 5 にそれぞれリード 1 6, 1 7が接続されている。この例では、例えば、数mm角の発光ダイオード 1 1 のペアチップを反射鏡 1 5 にマウントし、電極配線を行った後、発光ダイオード 1 1 の発光面がカレイドスコープ 1 2 の入射端面に対向するように、発光ダイオード 1 1 および反射鏡 1 5 をカレイドスコープ 1 2 の入射端面に接合している。発光ダイオード 1 1 のペアチップのマウントには、現在一般に市販されている発光ダイオードのマウント技術を用いることができる。

【0025】図4に示した例では、発光ダイオード 1 1 の発光面とは反対側の面には、金属反射膜 1 9 が形成され、発光ダイオード 1 1 の発光面とその反対側の面にそれぞれリード 1 6, 1 7が接続されている。この例では、例えば、所定の大きさに形成された発光ダイオード 1 1 のペアチップに金属反射膜 1 9 の形成および配線を施した後、発光面がカレイドスコープ 1 2 の入射端面に対向するようにマウントし、エポキシ樹脂 1 8 等によって、直接、カレイドスコープ 1 2 の入射端面に接合している。

【0026】次に、本実施の形態に係る照明装置の作用について説明する。本実施の形態に係る照明装置では、発光ダイオード 1 1 より出射された光は、入射端面よりカレイドスコープ 1 2 内部に入射し、カレイドスコープ 1 2 の側面で全反射を繰り返し、出射端面より一様な出射光となって出射される。この出射光は、ライトバルブの映像表示領域等の照明部に一様に照射される。

【0027】本実施の形態に係る照明装置によれば、光源として発光ダイオード 1 1 を使用したので、光源の寿命が長くなる。従って、光源の交換の手間を減らすことができる。また、本実施の形態に係る照明装置におけるその他の構成、作用および効果は、第1の

装置に使用する場合には、光源として白色光源を使用する場合のように色分離する際に得られる光がなくなり、光の利用効率を向上することができる。その結果、光源として白色光源を使用する場合に比べて、消費電力を少なくすることができると共に、映像表示装置の小型化が可能となる。

【0029】ところで、光源として発光ダイオード 1 1 を使用することにより、上述のような効果が得られるが、発光ダイオード 1 1 の発光面側には、一部に電極部が存在することから、発光面内で電流密度の大きさに差が生じ、その結果、発光ダイオード 1 1 の出射光に輝度分布が生じる可能性がある。その結果、そのままでは、被照明部における輝度分布にむらが生じ、照明装置を遮断する場合には、表示される映像において輝度むらや色むらを生じる可能性がある。しかしながら、本実施の形態に係る照明装置では、発光ダイオード 1 1 の出射光をカレイドスコープ 1 2 を通して照度の一様化を図っているので、被照明部における輝度分布を一様化することができ、上記不具合を解消することができる。

【0030】また、本実施の形態に係る照明装置をフルカラーの監視用の投射型映像表示装置に使用する場合には、各色毎の発光ダイオードの出射光の波長領域が狭いことから、白色光源の出射光を色分離した場合のように各色の波長分布が元の白色光源の波長分布に依存するようなく、各色毎の発光ダイオードの出射光の合成によって表示できる色の範囲が広くなり、その結果、良好な色再現が可能となる。

【0031】図6は、本発明の第2の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、光源として、1本のカレイドスコープ 1 2 の入射端面に対して、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数個の発光ダイオード 1 1 を設けた例である。図6に示した例では、カレイドスコープ 1 2 の入射端面に対して、縦3列、横3列にして合計9個の発光ダイオード 1 1 を配置し、接合している。各発光ダイオード 1 1 の形状は、カレイドスコープ 1 2 の入射端面の形状と相似形である。9個の発光ダイオード 1 1 の集合体の全体の形狀は、図1に示した照明装置における発光ダイオード 1 1 の形状と略同様である。

【0032】第1の実施の形態に係る照明装置では、光源として一つの発光ダイオード 1 1 を用いているので、照明装置として高い輝度が要求される場合には、非常に高輝度の発光ダイオード 1 1 を使用する必要があるが、本実施の形態に係る照明装置では、光源として複数の発光ダイオード 1 1 を用いているので、第1の実施の形態に比べて輝度の低い発光ダイオード 1 1 を使用して、同等の照明装置を実現することができる。また、本実施の形態に係る照明装置によれば、第1の実施の形態に比べて、より高輝度の照明装置を実現することも可能となる。更に、本実施の形態に係る照明装置によれば、多数の発光ダイオード 1 1 を用い、それらを選択的に発光させることによって任意の強度分布の照明光を得ることが可能となる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の

実施の形態と同様である。

【0033】図7は、本発明の第3の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、1本のカレイドスコープ12の入射端面に1個の発光ダイオード11を接合したもの、複数束ねて構成したものである。図7に示した例では、入射端面に発光ダイオード11を接合したカレイドスコープ12を、縦3列、横3列にして合計9本束ねている。各発光ダイオード11の形状は、各カレイドスコープ12の入射端面の形状と相似形である。複数のカレイドスコープ12は、例えば、エポキシ樹脂等によって貼り合わせることによって束ねられている。本実施の形態に係る照明装置の全体の形状は、図6に示した第2の実施の形態に係る照明装置と同様になる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0034】図8は、本発明の第4の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、1本のカレイドスコープ12の入射端面に対して複数個の発光ダイオード11を接合したもの、複数束ねて構成したものである。図8に示した例では、入射端面に対して、縦2列、横3列にして合計6個の発光ダイオード11を接合したカレイドスコープ12を、縦3列にして合計9本束ねている。複数のカレイドスコープ12は、例えば、エポキシ樹脂等によって貼り合わせることによって束ねられている。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0035】ここで、第2ないし第4の実施の形態のように複数の発光ダイオード11を平面的に配置して、各発光ダイオード11の発光強度を独立に制御することによる効果について、図9ないし図11を参照して説明する。図9および図10は、光源の発光状態と、光源から出射された光を所定の光学系を通して被照明部に照射した場合の照明状態との関係を調べた実験の結果を示したものである。

【0036】図9において、(a)は光源の発光面の形状を縦横比3:4の長方形とし、発光面内に均一に発光させた場合の発光状態を表し、(b)はその場合における照明状態を表している。また、(c)は光源の発光面の形状を縦横比3:4の長方形とし、発光面内で発光強度に分布を持たせた場合の発光状態を表し、(d)はその場合における照明状態を表している。なお、(a)において、符号A0は均一な輝度の領域である。また、(b)において、符号A1は輝度が相対値で1.3以上1.4未満の領域、A2は輝度が相対値で1.2以上1.3未満の領域、A3は輝度が相対値で1.1以上1.2未満の領域、A4は輝度が相対値で1.0以上1.1未満の領域、A5は輝度が相対値で0.9以上1.0未満の領域を表している。また、(b)、(d)において、符号B1は輝度が相対値で0.9以上1.1以下の領域、B2は輝度が相対値で0.8以上0.9未満の領域、B3は輝度が相対値で0.7以上0.8未満の領域、B4は輝度が相対値で0.3以上0.7未満の領域、B5は輝度が相対値で0.1以上0.3未満の領域を表している。図9、(c)に示した例では、発光面内の右半分と左半分で発光強度の分布を異なせている。すなわち、左

半分では周辺に向けて輝度を大きくし、右半分では周辺部で急に輝度を大きくし、且つ右半分における輝度の最大値を左半分における輝度の最大値よりも大きくしている。

【0037】同様に、図10において、(a)は光源の発光面の形状を縦横比9:1.6の長方形とし、発光面内で均一に発光させた場合の発光状態を表し、(b)はその場合における照明状態を表している。また、(c)は光源の発光面の形状を縦横比9:1.6の長方形とし、発光面内で発光強度に分布を持たせた場合の発光状態を表し、(d)はその場合における照明状態を表している。これらの図において、符号A0～A5、B1～B5の意味は、図9の場合と同様である。図10、(c)に示した例では、発光面内の右半分と左半分で発光強度の分布を異なせている。すなわち、左半分では周辺に向けて輝度を大きくし、右半分では周辺部で急に輝度を大きくし、且つ右半分における輝度の最大値を左半分における輝度の最大値よりも大きくしている。

【0038】図9(a)、(b)および図10(a)、(b)から分かるように、光源において発光面内で均一に発光させた場合には、被照明部では、中央部分に比べて周辺部分が暗くなる。そこで、図9(c)や図10(c)に示したように、光源の発光強度に分布を持たせることにより、図9(d)や図10(d)に示したように、被照明部における明るさのむらを少なくすることが可能となる。

【0039】光源の発光状態と被照明部における照明状態との関係は、光源と被照明部との間の光学系等によって異なるため、光源の発光状態は、第2ないし第4の実施の形態に係る照明装置が使用される個々の装置に応じて適宜に設定するのが好ましい。ここで、図11を参照して、第2ないし第4の実施の形態に係る照明装置を、鑑賞用の投射型映像表示装置に使用する場合について考える。なお、図11において、(a)、(b)、(c)は光源の発光状態を表し、(d)、(e)は、それぞれ、発光状態が(a)、(c)のときの映像表示ライトバルブにおける上下方向の中心部分における水平方向の1ラインにおける輝度分布の例を表している。図11に示した例では、(a)に示した例では、発光ダイオード11を縦6列、横10列にしての合計60個配列して光源を構成し、各発光ダイオード11を均一に発光させた場合、映像表示ライトバルブ上の輝度分布は、(d)に示したように、中央部分で輝度が大きく周辺に向けて輝度が徐々に小さくなるものとする。このような場合には、(c)に示したように、中央部分から周辺に向けて徐々に発光ダイオード11の発光強度を大きくすることで、理想的には、(d)に示したように、平坦な輝度分布とすることが可能となる。

【0040】図12は、本発明の第5の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、1本のカレイドスコープ12の入射端面に対して、赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11Bを、それぞれ複数個ずつ配列して接合したものである。各発光ダイオード11R、11G、11Bの配列の方法としては、図13に示したようなモザイク配列や、図14に示したような△配列等がある。

【0041】本実施の形態に係る照明装置では、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bを同時に点灯させることにより照度が一様化された白色照明光を得ることができる。また、本実施の形態に係る照明装置では、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bを順次点灯させることにより、それぞれ照度が一様化されて順次出力されるR, G, Bの3原色の照明光を得ることができる。そして、このR, G, Bの3原色の照明光を用いて、後述するような時分割色表示方式によるカラーライドの表示が可能となる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0042】図15は、本発明の第6の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。この映像表示装置は、立方体形状の合成プリズム20と、この合成プリズム20の一つの面20Gに向するように配置された専用映像表示ライトバルブ21Rと、合成プリズム20における面20Gと直交する他の面20Rに向するように配置された赤用映像表示ライトバルブ21Rと、合成プリズム20における面20Rと平行な他の面20Bに向するように配置された青用映像表示ライトバルブ21Bと、本発明における空間交換手段に対応する。各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bは、専用照明装置21R, 21G, 21Bの側方に配置され、各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bにそれぞれ赤色照明光、緑色照明光、青色照明光を照射するための赤色照明装置22R、緑色照明装置22R、青色照明装置22Bを備えている。赤色照明装置22Rは、カレイドスコープ12Rの入射端面に赤色発光ダイオード11Rを接合したものである。同様に、緑色照明装置22Gは、カレイドスコープ12Gの入射端面に緑色発光ダイオード11Gを接合したものであり、青色照明装置22Bは、カレイドスコープ12Bの入射端面に青色発光ダイオード11Bを接合したものである。なお、各照明装置22R, 22G, 22Bは、第1ないし第4の実施の形態のうちのいずれの形態のものでも良い。

【0043】映像表示装置は、更に、各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bの側方に配置され、各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bにそれぞれ赤色照明光、緑色照明装置22Rと赤用映像表示ライトバルブ21Rと、緑色照明装置22Gと青用映像表示ライトバルブ21Gとが配置されている。同様に、緑色照明装置22Gと青用映像表示ライトバルブ21Gの間にには、緑用リーレンズ23Gおよび緑用フィールドレンズ24Gが配設されている。また、青色照明装置22Bと青用映像表示ライトバルブ21Bの間にには、青色照明装置22Bより順に、青用リーレンズ23Bおよび青用フィールドレンズ24Bが配設されている。映像表示装置は、更に、合成プリズム20における面20Gと平行な面20Aに向するように配置され、各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bによって形成され、合成プリズム20に合成された映像の光を、透過型（背面投射型映像表示装置の場合）または反射型（前面投射型映像表示装置の場合）のスクリーン26に投射するための投射レンズ25を備えている。映像表示装置における上記各構成要素は、適当なホルダによって保持されて、図示しない筐体内に設置されている。

【0045】合成プリズム20は、面20Rより入射した赤色光のみを面20A側に反射する反射面20rと、面20Bより入射した青色光のみを面20A側に反射する反射面20bとを有するダイクロイックプリズムで構成されている。

【0046】映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bは、それぞれ光の透過率を制御可能な多數の画素を有している。映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bとしては、例えば、液晶としてTN (Twisted Nematic; ツイストネマティック) 型の液晶を用い、スイッチ素子としてTFT (Thin Film Transistor; 薄膜トランジスタ) を用いた透型液晶ライトバルブを使用する。

【0047】リーレンズ23R, 23G, 23Bは、それぞれ、各カレイドスコープ12R, 12G, 12Bの出射端面の2次元的な像、すなわち2次光源の像を、各映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bに倍率するためのレンズであり、フィールドレンズ24R, 24G, 24Bは、それぞれ、リーレンズ23R, 23G, 23Bの後側焦点面の像を投射レンズ25の入射端の位置に倍率させるためのレンズである。また、投射レンズ25としては、例えばセントリック系に近いものが用いられる。

【0048】発光ダイオード11R, 11G, 11Bの発光面およびカレイドスコープ12R, 12G, 12Bの断面の形状は、映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bの映像表示領域の形状と相似形となるのが好ましい。

【0049】図16は、本実施の形態に係る映像表示装置の回路構成を示すブロック図である。この図に示したように、本実施の形態に係る映像表示装置は、映像信号VSを入力し、それぞれ赤色画像、緑色画像、青色画像に對応する赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を生成する映像信号処理回路31と、この映像信号処理回路31によって生成された赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を一時的に記録するための赤用映像メモリ32R、緑用映像メモリ32G、青用映像メモリ32Bと、映像信号処理回路31および赤用映像信号処理回路31おおよび青用映像信号処理回路31おおよび緑用映像信号処理回路31Gに接続され、緑用映像表示ライトバルブ21Gを駆動する緑用ライトバルブ駆動回路33Gと、映像信号処理回路31おおよび青用映像メモリ32Rに接続され、青用映像表示ライトバルブ21Bを駆動する青用ライトバルブ駆動回路33Bとを備えている。

【0050】映像表示装置は、更に、それぞれ赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11B（図では発光ダイオードをLEDと記す。）を駆動する赤色発光ダイオード駆動回路34R、緑色発光ダイオード駆動回路34G、青色発光ダイオード駆動回路34Bと、映像信号処理回路31および各発光ダイオード駆動回路34R, 34G, 34Bを備えている。コントローラ35は、例えばマイクロコンピュータによって構成される。

【0051】各発光ダイオード駆動回路34R, 34G, 34Bには、可変抵抗によって各発光ダイオード11R, 11G, 11Bの駆動電流を変える等により、各発光ダイオード11R, 11G, 11Bより出射される光の輝度を独立に調節可能とする手段が設けら

られている。

【0052】次に、本実施の形態に係る映像表示装置の作用について説明する。図2に示したように、映像信号VSIは、映像信号処理回路31に入力され、この映像信号処理回路31によって、赤用画像信号、緑用画像信号、青用画像信号が生成され、それぞれ、赤用画像メモリ32R、緑用画像メモリ32G、青用画像メモリ32Bに一目記録される。各ライトバルブ駆動回路33R、33G、33Bは、それぞれ、一定の周期で、各画像メモリ32R、32G、32Bより各色用の画像信号を読み出し、この画像信号に基づいて、各映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bを駆動する。

【0053】一方、各発光ダイオード駆動回路34R、34G、34Bは、各発光ダイオード11R、11G、11Bが常時点灯するように、各発光ダイオード11R、11G、11Bを駆動する。

【0054】図15に示したように、赤色発光ダイオード11Rより出射されカレイドスコープ21Rによって一様化された赤色の照明光は、リレーレンズ23R、フィールドレンズ24Rを経て、赤用映像表示ライトバルブ21Rに照射され、赤用映像表示ライトバルブ21Rによって空間的に強度変調されて合成プリズム20に入射する。同時に、緑色発光ダイオード11Gより出射されカレイドスコープ21Gによって一様化された緑色の照明光は、リレーレンズ23G、フィールドレンズ24Gを経て、緑用映像表示ライトバルブ21Gによって空間的に強度変調されて合成プリズム20に入射する。また、青色発光ダイオード11Bより出射されカレイドスコープ21Bによって一様化された青色の照明光は、リレーレンズ23B、フィールドレンズ24Bを経て、青用映像表示ライトバルブ21Bに照射され、青用映像表示ライトバルブ21Bによって空間的に強度変調されて合成プリズム20に入射する。

【0055】各映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bによって変調された各色の光は、合成プリズム20によって合成され、スクリーン26上にカラー映像が表示される。

【0056】図17は、カレイドスコープ12(12R、12G、12Bを代表する。)およびフィールドレンズ23(23R、23G、23Bを代表する。)およびフィールドレンズ24(24R、24G、24Bを代表する。)を含むカレイドスコープ照明系における光の状態を表示する説明図である。この図に示したように、カレイドスコープ12の出射端面の像は、フィールドレンズ23によって、放照明部である映像表示ライトバルブ21(21R、21G、21Bを代表する。)に倍増され、これにより、照度が一様化された照明光が映像表示ライトバルブ21上に照射される。なお、フィールドレンズ24は、リレーレンズ23の後側焦点面の像を投射レンズ25の入射端の位置28に倍増させる。

【0057】以上説明したように、本実施の形態に係る映像表示装置では、光源として発光ダイオードを使用したので、光源の寿命が長くなり、光源の交換の手間を減らすことができる。また、各色毎の発光ダイオード11R、11G、11Bの出射光の波長領域は狭

いので、白色光源の出射光を色分離した場合のように各色の波長分布が元の白色光源の出射光の波長分布に依存するようになることなく、各発光ダイオード11R、11G、11Bの出射光の合流によって表現できる色の範囲が広くなり、その結果、良好な色再現が可能となる。

【0058】また、発光ダイオードは、白色光源に比べて消費電力が少なく、且つ小型である。更に、光源として発光ダイオードを使用することにより、光源として白色光源を使用する場合のように色分離する際に捨てられる光がなくなり、光の利用効率を向上することができる。その結果、光源として白色光源を使用する場合に比べて、消費電力を少なくすることができる。

【0059】また、本実施の形態に係る映像表示装置によれば、発光ダイオード11の出射光をカレイドスコープ12を通して照度の一様化を図つているので、煩雑むらや色むらの発生を防止して、映像表示ライトバルブ21の表示輝度を均一化することができ、表示品質を向上させることができる。

【0060】また、本実施の形態に係る映像表示装置において、発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ12の断面の形状を、映像表示ライトバルブ21の映像表示領域の形状と相似形とするにより、映像形成領域に照射される光束の断面形状を、映像形成領域の形状に対応する形状とすることができる、光束の断面が円形となる白色光源を使用する場合に比べて、光の利用効率が向上し、その結果、より一層、消費電力の低減と装置の小型化が可能になる。

【0061】また、本実施の形態に係る映像表示装置によれば、各色毎の発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を独立に調節することができるので、従来と比較して、色の調節範囲が広くなる。また、色毎の発光ダイオード11R、11G、11Bの効率が異なる場合には、予め、各発光ダイオード駆動回路34R、34G、34Bにおいて、各発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を独立に調節して、白色発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を合わせておくことが可能となる。また、鑑賞者が、注意に、各画面の色温度を所定の値に合わせておくことが可能となる。また、鑑賞者の嗜好に合った色調整を行うことも可能となる。また、本実施の形態に係る映像表示装置では、各発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を独立に調節可能などから、各色毎の発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を調節して、鑑賞者の嗜好に合った色調整を行なうことができる。

【0062】次に、図18ないし図20を参照して、本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置について説明する。図18は、本実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、時分割色表示方式によってカラーフィルムを表示するようした例である。本実施の形態に係る映像表示装置は、第6の実施の形

般における各色毎の映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bを設けずに、代わりに、

合成プリズム20と投射レンズ25との間に、映像表示ライトバルブ41を設けている。

【0063】図1.9は、本実施の形態に係る映像表示装置は、映像信号VSを入力し、これらを順次切り換えて出力する赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を生成される赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を一時的に記録するための画像メモリ43と、映像信号処理回路42および画像メモリ43に接続され、映像表示ライトバルブ41を駆動するライトバルブ駆動回路44などを備えている。

【0064】映像表示装置は、更に、それぞれ赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11B(図では発光ダイオードをLEDと記す。)を駆動する赤色発光ダイオード駆動回路34R、緑色発光ダイオード駆動回路34G、青色発光ダイオード駆動回路34Bと、映像信号処理回路42、ライトバルブ駆動回路44および各発光ダイオード駆動回路34R, 34G, 34Bを制御するコントローラ35などを備えている。

【0065】次に、図2.0のタイミングチャートを参照して、本実施の形態に係る映像表示装置の動作について説明する。コントローラ35は、映像信号VSを入力し、この映像信号に同期し、1フレームまたは1フィールドの期間を3等分するためのタイミング信号4.4は、このタイミング信号に応じて、赤用映像信号、緑用映像信号、青用映像信号を生成し、これらを順次切り換えて出力する。この映像信号は、画像メモリ43に一旦記録される。ライトバルブ駆動回路44は、コントローラ35からのタイミング信号に応じて、映像表示用の各色用の映像信号を順次読み出し、この映像信号に基づいて、映像表示ライトバルブ41を駆動する。その結果、映像表示ライトバルブ41では、図2.0(d)に示したように、1フレームまたは1フィールドの期間中で、赤(R)、緑(G)、青(B)用の各階調画像が、順次切り換えられて表示される。

【0066】一方、コントローラ35は、映像表示ライトバルブ41において赤、緑、青用の各階調画像が表示されるタイミングに同期して、発光ダイオード11R, 11G, 11Bが順次点灯するよう、各発光ダイオード駆動回路34R, 34G, 34Bを制御する。その結果、図2.0(a)～(c)に示したように、映像表示ライトバルブ41において赤、緑、青用の各階調画像が表示されるタイミングに同期して、発光ダイオード11R, 11G, 11B(図2.0では、それぞれLED R, LED G, LED Bと記す。)が点灯し、各色の光が順次切り換えられて映像表示ライトバルブ41に照射される。

【0067】このような動作により、赤、緑、青の各画像が順次切り換えられて、スクリーン26に投射されるが、人間の目の感覚効果により、観賞者はカラー一画像として認識される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は第6の実施の形態と同様である。

である。

【0068】次に、図2.1および図2.2を参照して、本発明の第8の実施の形態に係る映像表示装置について説明する。本実施の形態に係る映像表示装置は、第7の実施の形態と同様に分割色表示方式を用いると共に、デジタル階調表示方式を用いてカラー一画像を表示するようにした例である。

【0069】始めに、図2.1を参照して、デジタル階調表示方式の原理について説明する。デジタル階調表示方式の原理は、図2.1(a)に示したような表示したい画像を、図2.1(b)～(e)に示したような重み付けした複数のビット画像(2階調画像)の和として表現することである。なお、図2.1(a)の上段は表示したい階調画像の例を表し、図2.1(b)～(e)の上段は、8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を表している。図2.1(a)～(e)の下段は、上段の画像における各画素の輝度を16進数で表したものである。このデジタル階調表示方式では、光源と2値表示用の映像表示ライトバルブの制御によって、1フレームの時間の中で、重み付けしたビット画像群を表示し、人眼の目の感覚効果を利用して、観賞者に階調を感じさせる。

【0070】デジタル階調表示におけるビット画像の重み付けには、主に2つの方法がある。一つは、照明光の明るさを一定とし、各ビット画像の表示時間の長さによって重み付けをするバルス幅変調階調表示であり、他の一つは、各ビット画像の表示時間の長さを一定とし、照明光の明るさによって重み付けをする光強度変調階調表示である。また、2つの方法を併用することも可能である。

【0071】本実施の形態に係る映像表示装置の構成は、図1.9に示したものと略同様であるが、発光ダイオード11R, 11G, 11Bは、2値表示が可能なものであれば良い。

【0072】次に、図2.2のタイミングチャートを参照して、本実施の形態に係る映像表示装置の動作について説明する。図2.2(a)～(c)は、それぞれ、発光ダイオードの発光タイミングと発光量を示している。図2.2(d)は、映像表示ライトバルブ4.1の表示状態を表している。ここでは、パルス幅変調表示と光強度変調表示と併用してデジタル階調表示を行う例について説明する。また、以下の説明では、赤色階調画像を表現するために8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を、それぞれ画像R, 8, R4, R2, R1とし、緑色階調画像を表現するために8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を、それぞれ画像G8, G4, G2, G1とし、青色階調画像を表現するために8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を、それぞれ画像B8, B4, B2, B1とする。

【0073】コントローラ35は、映像信号VSを入力し、この映像信号VSに同期した所定のタイミング信号を生成し、映像信号処理回路42とライトバルブ駆動回路44に送る。映像信号処理回路42は、このタイミング信号に応じて、各フレーム毎に、ピット画像R8, G8, B8, R4, R2, R1, G4, G2, G1, B4, B2, B1の画像信号を生成し、これらを順次切り換えて出力する。この画像信号は、画像信号43に一旦

記録される。ライトバルブ駆動回路 4-4 は、コントローラ 3-5 からのタイミング信号に応じて、画像表示ライトバルブ 4-4 より各ピット画像の測定信号を順次読み出し、この画像信号に基づいて、映像表示ライトバルブ 4-4 を駆動する。本実施の形態では、図 2-2 (d) に示したように、1 フレーム中の先頭から 2/5 の期間を 3 等分してピット画像 R-4, R-2, R-1, G-4, G-2, G-1, B-4, B-2, B-1 を順次表示するようになっている。従って、ピット画像を順次表示し、1 フレーム中の残りの期間を 9 等分してピット画像 R-8, G-8, B-8, R-8, G-8, B-8 が表示される期間は、他のピット画像が表示される期間の 2 倍となる。

【0-7-4】また、コントローラ 3-5 は、図 2-2 (a) ~ (c) に示したように、映像表示ライトバルブ 4-1において赤、緑、青用の各ピット画像が表示されるタイミングに同期して、発光ダイオード 1-1R, 1-1G, 1-1B が順次点灯するように、各発光ダイオード駆動回路 3-4R, 3-4G, 3-4B を制御する。また、コントローラ 3-5 は、ピット画像 R-8, G-8, B-8 が表示される期間とピット画像 R-4, G-4, B-4 が表示される期間は、発光ダイオード 1-2R, 1-2G, 1-2B の発光量が等しく、このときの発光量を 1 とした場合に、ピット画像 R-2, G-2, B-2 が表示される期間は発光量が 1/2、ピット画像 R-1, G-1, B-1 が表示される期間は発光量が 1/4 となるよう、各発光ダイオード駆動回路 3-4R, 3-4G, 3-4B に 3-4 日を割りする。このような動作により、1 フレーム内で、各色毎に 8 : 4 : 2 : 1 に並み分けされた複数のピット画像の光が、順次スクリーン 2-6 に投射され、人間の目の感覚効果により、観賞者にはカラー画像として認識される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 7 の実施の形態のような分割色表示方式を用いたカラー画像表示が可能となる。

【0-7-5】図 2-3 は、本発明の第 9 の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、映像表示ライトバルブとして反射型の液晶ライトバルブを使用して、時分割色表示方式を用いてカラー画像を表示するようにした例である。本実施の形態に係る映像表示装置は、図 1-8 に示した映像表示装置において、合成プリズム 2-0 の代わりにダイクロイックミラー部 5-0 を設け、フィールドレンズ 2-4R, 2-4G, 2-4B の代わりに、ダイクロイックミラー部 5-0 の出射側にフィールドレンズ 5-1 を設け、更に、透過型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライトバルブ 4-1 の代わりに、偏光ビームスプリッタ 6-0 と、反射型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライトバルブ 6-1 を設けたものである。

【0-7-6】ダイクロイックミラー部 5-0 は、照明装置 2-2R からの赤色光のみをフィールドレンズ 5-1 側に反射するダイクロイックミラー 5-0 R と、照明装置 2-2B からの青色光のみをフィールドレンズ 5-1 側に反射するダイクロイックミラー 5-0 B とを、互いの中央部分にて接合することによって構成されている。

【0-7-7】偏光ビームスプリッタ 6-0 と映像表示ライトバルブ 6-1 は、フィールドレンズ 5-1 の出射光の光路上に、この順序で配設されている。偏光ビームスプリッタ 6-0 は、

P 偏光（偏光方向が入射面に対して平行な偏光）を透過し、S 偏光（偏光方向が入射面に対して垂直な偏光）を反射する反射面 6-0 a を有している。本実施の形態では、投射レンズ 2-5 は、映像表示ライトバルブ 6-1 からの光が偏光ビームスプリッタ 6-0 の反射面 6-0 a で反射して進行する方向に配設されている。

【0-7-8】映像表示ライトバルブ 6-1 としては、例えば、液晶の複屈折を利用した反射型液晶ライトバルブを使用する。反射型液晶ライトバルブとしては、具体的には、例えば、ガラス基板上に作製されたポリシリコン TFT やモルファイト TFT、または金属シリコン上に作製された CMOS（組成形金属性半導体）や SRAM（スタティック・ランダム・アクセス・メモリ）等の回路を組み込んだ基板を用いた反射型液晶パネルを使用することができる。複屈折を有する液晶としては、ネマティック液晶や強誘電性液晶等を使用することができる。

【0-7-9】本実施の形態に係る映像表示装置では、第 7 または第 8 の実施の形態と同様に、時分割色表示方式に従つて、発光ダイオード 1-1R, 1-1G, 1-1B および映像表示ライトバルブ 6-1 を駆動する。各発光ダイオード 1-1R, 1-1G, 1-1B より放出された光は、リレーレンズ 2-3R, 2-3G, 2-3B、ダイクロイックミラー部 5-0 およびフィールドレンズ 5-1 を経て、偏光ビームスプリッタ 6-0 に入射する。偏光ビームスプリッタ 6-0 では、入射した光のうちの P 偏光成分のみが反射面 6-0 a を透過して、映像表示ライトバルブ 6-1 に入射する。反射型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライトバルブ 6-1 は、入射した光を、複屈折を利用して、表示する画像に応じて画素毎に偏光状態（偏光度）を変えることによって空間的に変調して、偏光表示ライトバルブ 6-0 に反射する。偏光ビームスプリッタ 6-0 では、映像表示ライトバルブ 6-1 から光のうちの S 偏光成分のみが反射面 6-0 a で反射されて投射レンズ 2-5 に入射し、透過程または反射型のスクリーン 2-6 に拡大投影される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 7 または第 8 の実施の形態と同様である。

【0-8-0】図 2-4 は、本発明の第 10 の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、各色毎に、反射型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライトバルブを設けた例である。この映像表示装置は、直線線上に配設された赤色照明装置 2-2R、赤用フィールドレンズ 2-3R、赤用偏光ビームスプリッタ 7-2 および青色照明装置 2-2B、青用フィールドレンズ 2-4R、青用偏光ビームスプリッタ 7-1 の反射面 7-1 a で反射される S 偏光成分が、合成プリズム 2-0 の面 2-0 R に入射するよう配設されている。映像表示装置は、更に、直線上に配設された緑色照明装置 2-2G、緑用フィールドレンズ 2-3G、緑用フィールドレンズ 2-4G、緑用偏光ビームスプリッタ 7-2 および緑用映像表示ライトバルブ 6-1 Q を備えている。これらは、緑用映像表示ライトバルブ 6-1 G で反射された光のうち機用偏光ビームスプリッタ 7-2 の反射面 7-2 a で反射される S 偏光成分が、合成プリズム 2-0 の面 2-0 G に入射するよう配設されている。

表示装置は、更に、直線上に配設された赤色照明装置2 2 B、青用リーレンズ2 3 B、専用フィールドレンズ2 4 B、専用偏光ビームスプリッタ7 3および専用映像表示ライトバルブ7 1 Bを備えている。これらは、専用映像表示ライトバルブ7 1 Bで反射された光のうち専用偏光ビームスプリッタ7 3上で反射されるS偏光成分が、合成アリズム2 0の面2 0 Gに入射するように配設されている。

【0081】なお、各偏光ビームスプリッタ7 1、7 2、7 3と映像表示ライトバルブ6 1 R、6 1 G、6 1 Bによる交錯の原理は、第9の実施の形態において説明した通りである。各色毎に交調された光は、第1の実施の形態と同様にして、合成アリズム2 0によつて合成され、投射レンズ2 5によつてスクリーン2 6に投射される。本実施の形態における他の構成、作用および効果は、第6の実施の形態と同様である。

【0082】図2.5は、本発明の第11の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、直線上に配設された照明装置7 5、リーレンズ7 6、フィールドレンズ7 7、偏光ビームスプリッタ6 0および映像表示ライトバルブ7 1を備えている。偏光ビームスプリッタ6 0は、P偏光を透過し、S偏光を反射する反射面6 0 aを有している。本実施の形態では、投射レンズ2 5は、映像表示ライトバルブ7 1からの光が偏光ビームスプリッタ6 0の反射面6 0 aで反射して進行する方向に配設されている。

【0083】本実施の形態における照明装置7 5は、図1.2ないし図1.4に示したように、カレイドスコープ1 2の入射端面に対して、赤色発光ダイオード1 1 R、緑色発光ダイオード1 1 G、青色発光ダイオード1 1 Bを、それぞれ複数個ずつ配列して接合したものである。

【0084】本実施の形態に係る映像表示装置では、照明装置7 5における各発光ダイオード1 1 R、1 1 G、1 1 Bを順次点灯させることにより、それぞれ照度が一様化されて順次出力されるR、G、Bの3原色の照明光を得ることができる。この3原色の照明光は、映像表示ライトバルブ8 2によって、順次、空間的に交調される。交調された光は、ハーフミラー8 3で一部が反射されて凹面鏡8 4に入射し、ここで一部が反射されてハーフミラー8 3に入射し、更に、一部がハーフミラー8 3を透過して、観察者の目8 5に投射される。これにより、観察者は、映像表示ライトバルブ8 2によって生成され、且つ拡大された虚像8 6を、前方の景色と共に観察することになる。

【0085】図2.6は、本実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置では、小型且つ均一な照明光を与えることのできる照明装置が必要である。本実施の形態に係る映像表示装置では、そのような照明装置として、発光ダイオード1 1 R、1 1 G、1 1 Bおよびカレイドスコープ1 2を有する照明装置7 5を用いている。従つて、映像表示装置の小型化が可能となると共に、均一な照明光によって映像の品質を向上させることができる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第11の実施の形態と同様である。

【0086】図2.7は、本実施の第13の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態は、本発明を、半導体ウェハ上のフォトレジストに対してマスクパターン（本発明における映像に對応する。）を投影露光するための露光装置に適用した例である。本実施の形態に係る露光装置は、照明装置9 1と、この照明装置9 1の出射光を集光して、所定のパターンが形成されたマスク9 3（本発明における空間遮断手段に対応する。）に照射するコンデンサレンズ9 2と、マスク9 3通過後の光を、半導体ウェハ9 5上のフォトレジストに投影する投影レンズ9 4とを備えている。照明装置9 1は、カレイドスコープ1 2の入射端面に発光ダイオード1 1を接合したものであり、第1ないし第4の実施の形態のうちのいずれの形態のものでも良い。なお、本実施の形態では、発光ダイオード1 1は、フォトレジストに対して密度のある光（可視光や紫外光）を出射するものとする。

【0087】この露光装置では、照明装置9 1から出射された光は、コンデンサレンズ9 2を経て、マスク9 3に照射される。マスク9 3によって空間的に交調された光は、投影レンズ9 4によって、半導体ウェハ9 5上のフォトレジストに投影され、フォトレジストが露光される。なお、本実施の形態に係る露光装置は、倍倍露光を行う露光装置でも良いし、縮小投影露光を行うステップ式投影露光装置でも良い。

【0088】本実施の形態に係る露光装置によれば、光源として、カレイドスコープ1 2の入射端面に発光ダイオード1 1を接合した照明装置9 1を使用したので、光源の寿命が長くなり、また、光の利用効率を向上でき、消費電力を少くすることができると共に露

1.4に示したように、カレイドスコープ1 2の入射端面に対して、赤色発光ダイオード1 1 R、緑色発光ダイオード1 1 G、青色発光ダイオード1 1 Bを、それぞれ複数個ずつ配列して接合したものである。

【0089】本実施の形態に係る映像表示装置では、照明装置7 5における各発光ダイオード1 1 R、1 1 G、1 1 Bを順次点灯させることにより、それぞれ照度が一様化されて順次出力されるR、G、Bの3原色の照明光を得ることができる。この3原色の照明光は、映像表示ライトバルブ8 2によって、順次、空間的に交調される。交調された光は、ハーフミラー8 3で一部が反射されて凹面鏡8 4に入射し、ここで一部が反射されてハーフミラー8 3に入射し、更に、一部がハーフミラー8 3を透過して、観察者の目8 5に投射される。これにより、観察者は、映像表示ライトバルブ8 2によって生成され、且つ拡大された虚像8 6を、前方の景色と共に観察することになる。

【0090】図2.8は、本実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置では、小型且つ均一な照明光を与えることのできる照明装置が必要である。本実施の形態に係る映像表示装置では、そのような照明装置として、発光ダイオード1 1 R、1 1 G、1 1 Bおよびカレイドスコープ1 2を有する照明装置7 5を用いている。従つて、映像表示装置の小型化が可能となると共に、均一な照明光によって映像の品質を向上させることができ。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第11の実施の形態と同様である。

【0091】図2.9は、本実施の第13の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態は、本発明を、半導体ウェハ上のフォトレジストに対してマスクパターン（本発明における映像に對応する。）を投影露光するための露光装置に適用した例である。本実施の形態に係る露光装置は、照明装置9 1と、この照明装置9 1の出射光を集光して、所定のパターンが形成されたマスク9 3（本発明における空間遮断手段に対応する。）に照射するコンデンサレンズ9 2と、マスク9 3通過後の光を、半導体ウェハ9 5上のフォトレジストに投影する投影レンズ9 4とを備えている。照明装置9 1は、カレイドスコープ1 2の入射端面に発光ダイオード1 1を接合したものであり、第1ないし第4の実施の形態のうちのいずれの形態のものでも良い。なお、本実施の形態では、発光ダイオード1 1は、フォトレジストに対して密度のある光（可視光や紫外光）を出射するものとする。

【0092】この露光装置では、照明装置9 1から出射された光は、コンデンサレンズ9 2を経て、マスク9 3に照射される。マスク9 3によって空間的に交調された光は、投影レンズ9 4によって、半導体ウェハ9 5上のフォトレジストに投影され、フォトレジストが露光される。なお、本実施の形態に係る露光装置は、倍倍露光を行う露光装置でも良いし、縮小投影露光を行うステップ式投影露光装置でも良い。

【0093】本実施の形態に係る露光装置によれば、光源として、カレイドスコープ1 2の入射端面に発光ダイオード1 1を接合した照明装置9 1を使用したので、光源の寿命が長くなり、また、光の利用効率を向上でき、消費電力を少くすることができると共に露

光装置の小型化が可能となる。更に、マスク93に対して照度が一様化された照明光を照射することができ、発光の精度を向上させることができる。

【0091】なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、例えば、第6ないし第12の実施の形態において、照度一様化光学系として、カレイドスコープの代わりに、フライアイレンズを使用しても良い。フライアイレンズは、小さなレンズを並べたアレイ状のレンズである（前出の文献「光技術コンクト」、Vol.33、No.2、1995年、第41～44ページ参照）。

【0092】図2.8は、フライアイレンズの入射端面に複数の発光ダイオードを配置した照明装置の一例を示す側面図、図2.9は、図2.8におけるフライアイレンズの断面図である。これらの図に示したように、フライアイレンズ100は、レンズ101を多数並べて構成されている。図2.8に示した例では、フライアイレンズ100の入射端面に、複数の発光ダイオード11を配置している。各発光ダイオード11の発光面とは反対側の面側には、それぞれ、球面の一部をなすような形状の反射鏡111が設けられている。また、各発光ダイオード11の発光面の前方には、それぞれ、レンズ112が設けられている。これら複数の発光ダイオード11、反射鏡111およびレンズ112は、発光ダイオード11の発光面がフライアイレンズ100の入射端面に対向するように配置されている。図2.8に示したような照明装置は、第6ないし第13の実施の形態における照明装置と置き換えることが可能である。

【0093】また、空間変調手段としては、実施の形態で挙げたものに限らず、強誘電性液晶や高分子分散液晶を用いた液晶ライトバルブでも良いし、更には、画素単位で、機械的な動作によって光の反射、透過、回折等を制御して、光を空間的に変調するものでも良い。

【0094】また、第6ないし第12の実施の形態では、発光ダイオードとして、赤色光、緑色光、青色光を出射するものを使いたが、他の色の光を出射するものを使いても良い。この場合、映像表示ライトバルブは、発光ダイオードの出射光の色に対応した色信号に基づいて駆動するようにする。

図の説明

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

【図2】図1に示した照明装置の変形例を示す斜視図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す斜視図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態における映像表示装置における発光ダイオードとカレイドスコープとの接合部分の一例を示す断面図である。

【図5】カレイドスコープにおける照度一様化の原理について説明するための説明図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

【図8】本発明の第4の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

【図9】光源の発光状態と被照明部における照度状態との関係を調べた実験の結果を示す説明図である。

【図1.0】光源の発光状態と被照明部における照度分布の関係を調べた実験の結果を示す説明図である。

【図1.1】光源の発光状態と映像表示ライトバルブにおける照度分布の例を示す説明図である。

【図1.2】本発明の第5の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す斜視図である。

【図1.3】図1.2における発光ダイオードの配列の例を示す説明図である。

【図1.4】図1.3における発光ダイオードの配列の方法の他の例を示す説明図である。

【図1.5】本発明の第6の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図1.6】本発明の第6の実施の形態に係る映像表示装置の回路構成を示すブロック図である。

【図1.7】本発明の第6の実施の形態に係る映像表示装置のカレイドスコープ照明系における光の状態を表す説明図である。

【図1.8】本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図1.9】本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置の回路構成を示すブロック図である。

【図2.0】本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置の動作を示す説明図である。

【図2.1】本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図2.2】本発明の第8の実施の形態に係る映像表示装置の動作を示す説明図である。

【図2.3】本発明の第9の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図2.4】本発明の第10の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図2.5】本発明の第11の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図2.6】本発明の第12の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図2.7】本発明の第13の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図2.8】本発明の第6ないし第13の実施の形態における映像表示装置と置き換えることができる照明装置の一例を示す側面図である。

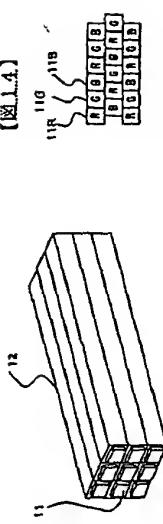
【図2.9】図2.8におけるフライアイレンズの断面図である。

【符号の説明】

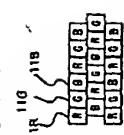
11, 11R, 11G, 11B…発光ダイオード、1, 2, 12R, 12G, 12B…カレイドスコープとの接合部分の他の例を示す断面図である。

イドスコープ、20…合成プリズム、21R、21G、21B…映像表示ライトバルブ、
23R、23G、23B…リレーレンズ、24R、24G、24B…フィールドレンズ、
25…投射レンズ。

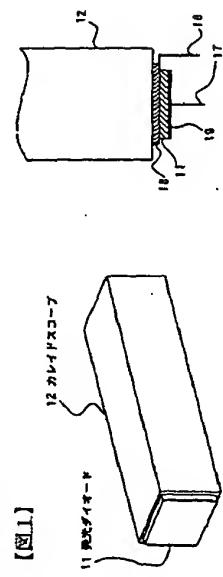
図面



【図1.4】



【図1.5】



【図1.6】



【図1.7】



【図1.8】



【図1.9】



【図1.10】



【図1.11】



【図1.12】



【図1.13】



【図1.14】



【図1.15】



【図1.16】



【図1.17】



【図1.18】



【図1.19】



【図1.20】



【図1.21】



【図1.22】



【図1.23】



【図1.24】



【図1.25】



【図1.26】



【図1.27】



【図1.28】



【図1.29】



【図1.30】



【図1.31】



【図1.32】



【図1.33】



【図1.34】



【図1.35】



【図1.36】



【図1.37】



【図1.38】



【図1.39】



【図1.40】



【図1.41】



【図1.42】



【図1.43】



【図1.44】



【図1.45】



【図1.46】



【図1.47】



【図1.48】



【図1.49】



【図1.50】



【図1.51】



【図1.52】



【図1.53】



【図1.54】



【図1.55】



【図1.56】



【図1.57】



【図1.58】



【図1.59】



【図1.60】



【図1.61】



【図1.62】



【図1.63】



【図1.64】



【図1.65】



【図1.66】



【図1.67】



【図1.68】



【図1.69】



【図1.70】



【図1.71】



【図1.72】



【図1.73】



【図1.74】



【図1.75】



【図1.76】



【図1.77】



【図1.78】



【図1.79】



【図1.80】

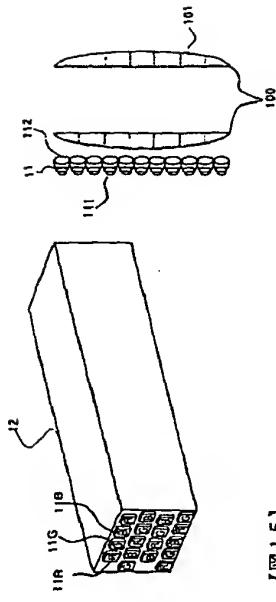


【図1.81】

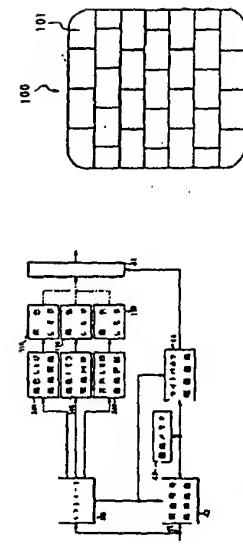


【図1.82】

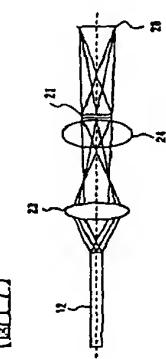




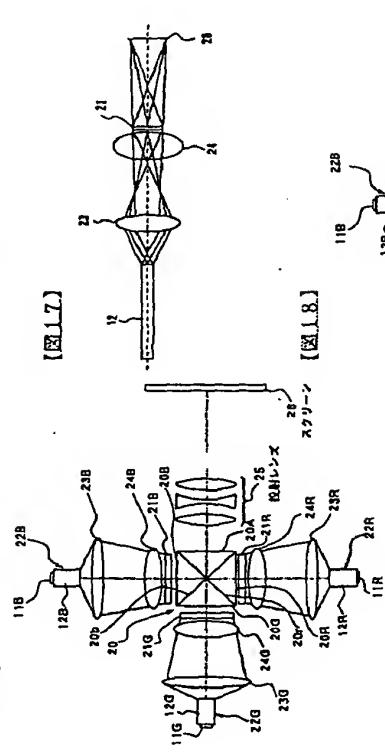
【図1.5】



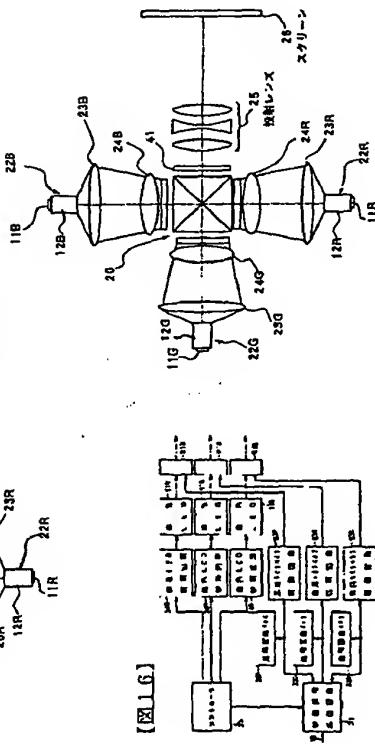
【図1.6】



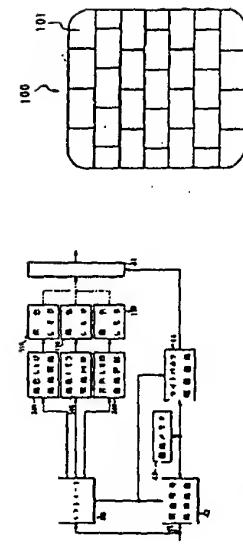
【図1.7】



【図1.8】



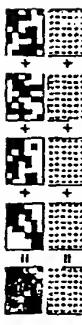
【図1.9】



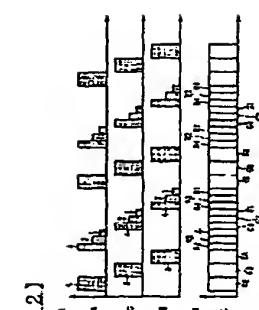
【図2.0】



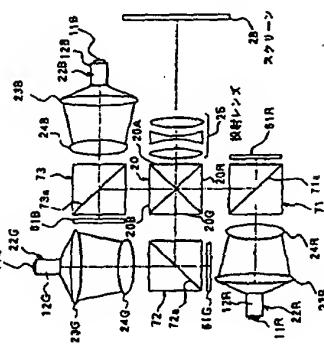
【図2.1】



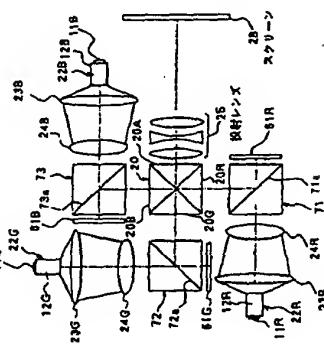
【図2.2】



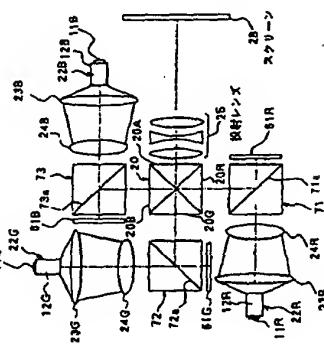
【図2.3】



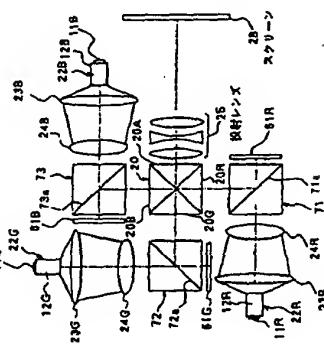
【図2.4】



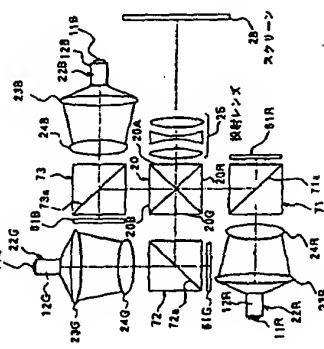
【図2.5】



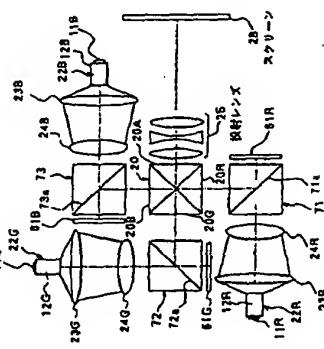
【図2.6】



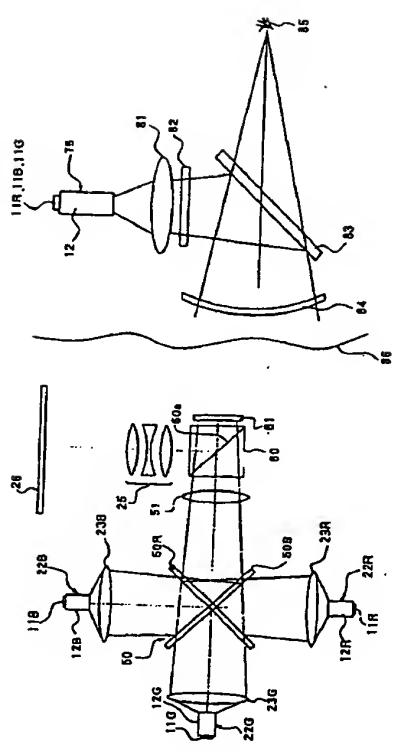
【図2.7】



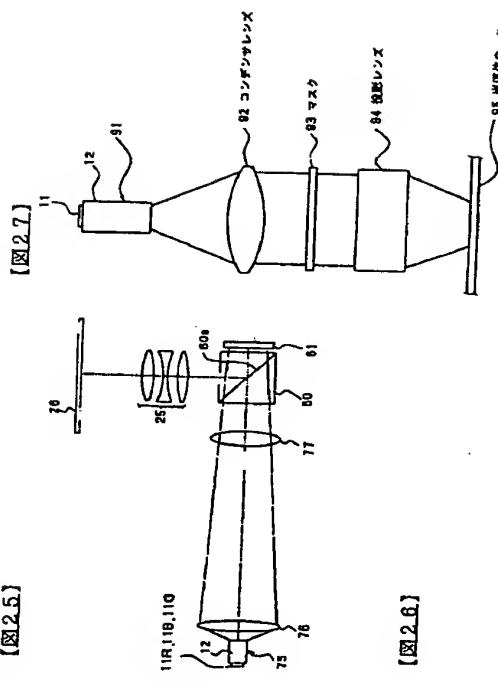
【図2.8】



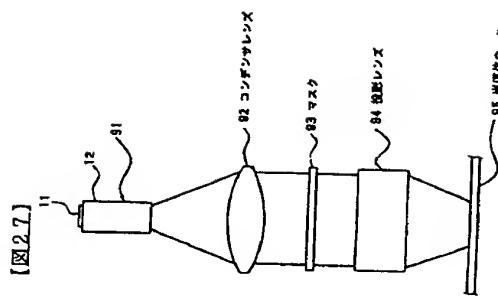
【図2.9】



【図2.5】



【図2.6】



【図2.7】